



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DE  
BRÓCOLOS DE INFLORESCÊNCIA ÚNICA EM  
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

**RAPHAEL AUGUSTO DE CASTRO E MELO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO/2007**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DE BRÓCOLOS DE INFLORESCÊNCIA  
ÚNICA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

**RAPHAEL AUGUSTO DE CASTRO E MELO**

**ORIENTADOR: JOSÉ RICARDO PEIXOTO**

**CO-ORIENTADOR: NUNO RODRIGO MADEIRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PUBLICAÇÃO: 276/2007**

**BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO/2007**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DE BRÓCOLOS DE INFLORESCÊNCIA  
ÚNICA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

**RAPHAEL AUGUSTO DE CASTRO E MELO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À FACULDADE DE AGRONOMIA  
E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE DISCIPLINAS DE  
PRODUÇÃO VEGETAL.**

---

**NUNO RODRIGO MADEIRA, D.Sc.**  
Pesquisador da Embrapa Hortaliças  
(CO-ORIENTADOR) CPF: 011.047.527-51. E-mail: nuno@cnph.embrapa.br

**APROVADA POR:**

---

**JOSÉ RICARDO PEIXOTO, D.Sc.**  
Professor Adjunto da Universidade de Brasília  
(ORIENTADOR) CPF: 354.356.236-34. E-mail: peixoto@unb.br

---

**ANA MARIA RESENDE JUNQUEIRA, Ph.D.**  
Professora Adjunta da Universidade de Brasília  
(EXAMINADORA INTERNA) CPF: 340.665.511-49. E-mail: anamaria@unb.br

---

**ARMINDA MOREIRA DE CARVALHO, D.Sc.**  
Pesquisadora da Embrapa Cerrados  
(EXAMINADORA EXTERNA) CPF: 409.440.034-11. E-mail: arminda@cpac.embrapa.br

**BRASÍLIA/DF, 20 de DEZEMBRO de 2007.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Melo, Raphael Augusto de Castro e. **Produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto**/Raphael Augusto de Castro e Melo; orientação de José Ricardo Peixoto. – Brasília, 2007. 56 p.: il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2007.

1. Sistemas de cultivo. 2. Verão. 3. Viabilidade econômica. I. Peixoto, J.R. II. D.Sc.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Melo, R.A. de C e. **Produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007, 56 p. Dissertação de Mestrado.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Raphael Augusto de Castro e Melo

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto.

GRAU: Mestre. ANO: 2007.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Raphael Augusto de Castro e Melo

CPF: 989.057.831-04

Avenida Central bloco 1105 casa 09

71710-023 – Núcleo Bandeirante– Brasília/DF - Brasil Telefone: (61) 3552-0364 e E-mail:

raphael.agro@gmail.com

“O que vale na vida não é o ponto de partida, e sim a caminhada.  
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher”.  
Cora Coralina

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e os ensinamentos que ela traz.

A Minha mãe que dedicou sua vida para me oferecer educação e para que nada me faltasse, abdicando de muitas coisas para que eu pudesse chegar aqui. Ao seu amor incondicional que nunca serei capaz de retribuir igualmente.

Ao meu orientador, Dr. Nuno Rodrigo Madeira da Embrapa Hortaliças, pela dedicação e por não medir esforços para realização da minha dissertação, pela amizade, pelos ensinamentos e oportunidades que tive de conhecer diversas realidades.

A Embrapa Hortaliças, pela oportunidade do estágio, da realização do experimento nas suas instalações e pelos ensinamentos durante estes anos.

A Universidade de Brasília, à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), em nome do Professor Dr. José Ricardo Peixoto meu orientador, pela oportunidade da realização do curso.

As minhas mentoras e orientadoras durante a iniciação científica na graduação, Dra. Cláudia Silva da Costa Ribeiro e Dra. Sabrina Isabel Costa de Carvalho, pelo incentivo e apoio, sem a contribuição de vocês este sonho não teria se tornado realidade.

Ao Dr. Paulo Eduardo de Melo, pela amizade e pelas valorosas contribuições que tornaram este trabalho melhor.

A Seminis Vegetable Seeds do Brasil, em nome do Dr. Odivan Schuch, Dra. Caroline Moor Wagner e Dr. Antonio Pierro, pela atenção, pela doação das sementes para realização do experimento e informações sobre as cultivares.

A minha namorada Brigitte, por seu carinho, compreensão e paciência.

Ao futuro colega, estudante de Agronomia, Robson Pereira Caixeta pela amizade e ajuda na condução do experimento.

Aos funcionários do campo experimental da Embrapa Hortaliças.

A Dra. Nirlene Junqueira pela valorosa contribuição para realização do capítulo 2.

A todos os professores e funcionários da Pós-graduação da FAV, pela dedicação, cordialidade e amizade que tiveram para comigo.

A Elieth do Núcleo de Estatística e Informação de Mercado da CEASA-DF pela atenção e fornecimento dos dados para realização do capítulo 2.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para tornar este meu sonho realidade.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| RESUMO GERAL  | xi |
| ABSTRACT  | xx |
| 1) INTRODUÇÃO GERAL   | 1  |
| 2) OBJETIVOS E METAS  | 1  |
| 2.1) METAS  | 2  |
| 3) REVISÃO DE LITERATURA  | 2  |
| 3.1) Introdução   | 2  |
| 3.2) Plantio Direto   | 2  |
| 3.3) Hortaliças em sistema Plantio Direto   | 3  |
| 3.4) Brócolos   | 6  |
| 3.4.1) Introdução   | 6  |
| 3.4.1.1) Origem   | 6  |
| 3.4.1.2) Características botânicas e exigências de clima e solo   | 7  |
| 3.4.1.3) Avaliação de cultivares e condições ambientais   | 7  |
| 3.4.1.4) Aspectos culturais relevantes  | 8  |
| 3.4.1.5) Aspectos nutricionais e propriedades medicinais do brócolos  | 8  |
| 3.4.1.6) Perspectivas do cultivo do brócolos  | 9  |
| 3.4.2) Pesquisa com brócolos em Sistema Plantio Direto  | 10 |
| 3.5) Plantas de cobertura para Plantio Direto   | 11 |
| 3.5.1) Introdução   | 11 |
| 3.5.1.1) Temperatura do solo  | 11 |
| 3.5.2) Milheto  | 13 |
| 3.5.3) Milho  | 14 |
| 3.5.4) Sorgo-sudão  | 15 |
| 3.5.5.) Mucuna-preta  | 16 |
| 4) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS   | 17 |
| CAPÍTULO 1  | 26 |
| <b>Produção de brócolos de inflorescência única no verão em sistema plantio direto com uso de diferentes plantas de cobertura</b> |    |
| RESUMO E ABSTRACT   | 27 |
| INTRODUÇÃO  | 28 |
| MATERIAL E MÉTODOS  | 29 |

|   |    |
|---|----|
| RESULTADOS E DISCUSSÃO  | 30 |
| CONCLUSÕES  | 35 |
| REFERÊNCIAS   | 35 |
| CAPÍTULO 2  | 38 |
| <b>Rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto e convencional</b> |    |
| RESUMO E ABSTRACT   | 39 |
| INTRODUÇÃO  | 40 |
| MATERIAL E MÉTODOS  | 41 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO  | 42 |
| CONCLUSÕES  | 46 |
| REFERÊNCIAS   | 47 |
| ANEXOS  | 51 |
| ANEXO A. Análises de variância.   | 52 |
| ANEXO B. Precipitação e médias de temperatura no período de novembro de 2006 a março de 2007.     | 56 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1.1. - Matéria seca e úmida em t.ha <sup>-1</sup> das plantas de cobertura.  | 31 |
| Tabela 2.1. - Produtividade de brócolos, em kg.ha <sup>-1</sup> , de acordo com cultivares e plantas de cobertura.  | 31 |
| Tabela 3.1. - Produtividade de inflorescências total e comercial e peso médio da inflorescência em função da cultivar.  | 32 |
| Tabela 4.1. - Índice de aspecto visual das inflorescências, diâmetro médio da inflorescência, primeira colheita e ciclo médio em função da cultivar.                    | 33 |
| Tabela 5.1. - Variação de temperatura na superfície e as profundidades de 5, 10, 15 e 20 cm no cultivo de brócolos no verão utilizando diferentes plantas de cobertura. | 34 |
| Tabela 1.2. - Custos de produção de brócolos convencional e em sistema Plantio Direto, em reais por hectare.  | 49 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1.2. - Participação de cada item de despesa no total do custo de insumos na produção de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto.   | 43 |
| Figura 2.2. - Participação de cada item de despesa no total do custo de insumos na produção de brócolos de inflorescência única em sistema convencional.     | 43 |
| Figura 3.2. - Participação de cada item de despesa no total do custo de operações na produção de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto. | 44 |
| Figura 4.2. - Participação de cada item de despesa no total do custo de operações na produção de brócolos de inflorescência única em sistema convencional.   | 44 |
| Figura 5.2. - Participação do Distrito Federal e dos Estados de Goiás e São Paulo no volume de brócolos comercializados na CEASA-DF.                         | 45 |
| Figura 6.2. - Índice sazonal da produção (volume comercializado) e de preços de brócolos na CEASA-DF.  | 46 |

## RESUMO GERAL

### PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DE BRÓCOLOS DE INFLORESCÊNCIA ÚNICA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto. Durante o verão, foi realizado um experimento no campo experimental da Embrapa Hortaliças conduzido no delineamento de blocos casualizados, em arranjo de parcelas subdivididas com três repetições. As plantas de cobertura - milheto (*Pennisetum glaucum*), milho (*Zea mays*), consórcio de milho com mucuna-preta (*Estilozobium aterrimum*), sorgo-sudão (*Sorghum bicolor* X *S. sudanense*) e o plantio convencional (solo após pousio preparado com aração e gradagem) representaram as parcelas e as cultivares Avenger, Demoledor, Grandisimo, Green Storm Bonanza, Legacy e o híbrido experimental HECB01-06, as sub-parcelas. A unidade experimental constituiu-se de 14 plantas, arrançadas em linhas simples, em área total de 4,9 m<sup>2</sup>, plantadas no espaçamento de 0,70 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Os dados foram obtidos de 8 plantas úteis por parcela. Não houve diferença entre o sistema Plantio Direto e convencional quanto à produção de brócolos. Houve diferença significativa entre cultivares para as variáveis avaliadas, não havendo, no entanto, interação significativa entre cultivares e plantas de cobertura. Com relação às cultivares avaliadas, Avenger foi a que obteve maior produtividade (13,216 t.ha<sup>-1</sup>), peso médio de inflorescências (457,5g), diâmetro (15,3cm) e melhor índice de aspecto visual das inflorescências. Quanto ao ciclo médio, o híbrido experimental HECB01-06 foi mais precoce, com início de colheita aos 57 dias após o transplante. Houve acentuada variação entre as cultivares para distribuição semanal da produtividade total, com as cultivares mais precoces sendo menos produtivas. Comparou-se ainda a rentabilidade da produção de brócolos tipo inflorescência única, produzido em sistema Plantio Direto e convencional. Os dados para a composição dos custos foram coletados nas áreas de produção e empresas de insumos agrícolas da região e compreendem os gastos ocorridos do plantio à colheita. Para determinação da viabilidade econômica, utilizou-se o método de orçamentação parcial do Instituto de Economia Agrícola e dados de preços e volume dos brócolos comercializados na CEASA-DF durante cinco anos (2002 a 2006). Os resultados indicaram que o sistema Plantio Direto teve custo de produção comparável ao sistema convencional (R\$ 7.476,41 no sistema convencional e R\$ 7.279,88 no sistema Plantio Direto). No tocante às operações realizadas, sem o preparo de solo no Plantio Direto, ocorre a redução de 21,46 % dos custos. Dos brócolos comercializados, 99,2% são produzidos por agricultores locais e os resultados econômicos são satisfatórios, com taxa de retorno de 3,20%, considerando a utilização do sistema convencional de preparo de solo. Caso se adote o sistema Plantio Direto, a taxa de retorno pode chegar a 3,85%. A margem de segurança registrou a cifra de -0,68 e -0,74 para o sistema convencional e o sistema Plantio Direto, respectivamente. O sistema Plantio Direto se mostra como melhor opção para uma orientação quando se visa projetar o futuro, pois ao longo dos anos há a melhoria das características de solo, ambientais e econômicas, que não puderam ser captadas somente pelos custos de produção apresentados neste estudo.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. *italica*, sistemas de cultivo, verão, viabilidade econômica.

## ABSTRACT

### YIELD AND PROFITABILITY OF NO-TILL BROCCOLI

The main objective of this work was to evaluate the yield and profitability of no-till broccoli. During summer, an experiment was held at the experimental field in the National Vegetables Research Center- Embrapa Hortaliças/CNPH. The experimental design was of randomized blocks with a split-plot design and three replicates. Each cover crop – pearl millet (*Pennisetum glaucum*), corn (*Zea mays*), a mix between corn and black velvet-bean (*Estilozobium aterrimum*), sudex (*Sorghum bicolor* X *S. sudanense*) and conventional tillage (soil after fallow, prepared with plow and disk harrow) consisted in a plot, with the cultivars Avenger, Demoleador, Grandisimo, Green Storm Bonanza, Legacy and the experimental hybrid HECB01-06, representing the sub-plots. The experimental plot consisted of 14 plants in a single row, spaced 0.70 m x 0.5 m. The original data were obtained using 8 plants per plot. No differences were found among cropping systems concerning broccoli yield. There were significant differences between cultivars for the evaluated variables. However, there was no significant interaction among cultivars and cover crops. The cultivar Avenger showed the highest yield (13.216 t.ha<sup>-1</sup>), average weight (457.5g), diameter (15.3cm) and visual aspect index of the curds. The medium cycle showed that the experimental hybrid HECB01-06 was the earliest harvested, initiating harvest 57 days after transplant. There were marked differences among cultivars for yield distribution, with the earliest cultivars being less productive. Also profitability of broccoli produced under no till and conventional system were compared. The data were collected on typical broccoli production unit and agriculture stores of the region. To calculate the economic feasibility, partial budget method of Agricultural Economic Institute and prices of broccoli sold at CEASA-DF from a five years period (2002 to 2006) were used. Results showed that the production costs of broccoli planted under no till system were compatible to conventional tillage (R\$ 7.476,41 and R\$ 7.279,88). The costs concerning soil prepare were reduced 21.46% with the adoption of no-tillage system. 99.2% of the broccoli sold, are produced by local farmers and the economic results are satisfactory with payback rate of 3.20%, considering the use of conventional tillage. In case of no-tillage system adoption, the payback rate can increase to 3.85%. The safety line registered a value of -0.68 and -0.74 for the conventional system and no tillage system, respectively. No till system appears as the better option when the project aims at future, because environmental, economic and soil characteristics are improved through the years. Those characteristics couldn't be perceptible only by the production costs presented at this study.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *italica*, crop systems, summer, economic feasibility.

## 1) INTRODUÇÃO GERAL

De modo geral, a produção de hortaliças, especialmente folhosas, tem como característica marcante o fato de ser uma atividade agroeconômica altamente intensiva, em seus mais variados aspectos, em contraste com outros tipos de produção agropecuária. Desse modo, há o emprego contínuo do solo de uma gleba, com vários ciclos culturais, que se desenvolvem intensivamente em seqüência. Sistemas de manejo na agricultura vêm se desenvolvendo em todo Brasil ao longo dos anos, incluindo práticas de conservação do solo, da água e diversificação das operações antes praticadas. Um exemplo de sistema de produção, que incorpora estas novas tendências é a produção de hortaliças em sistema Plantio Direto.

As plantas de cobertura utilizadas no sistema Plantio Direto apresentam como características desejáveis ciclos reduzidos e tolerância à seca que possibilitem aproveitar a umidade residual, produzam resíduos (palha) persistentes e gerem renda, direta ou indiretamente via transformação agroindustrial. As plantas de cobertura são uma das opções de diversidade de espécies, com reflexos na qualidade do solo, conseqüentemente, dos agroecossistemas estabelecidos em áreas de Cerrado. No sistema Plantio Direto, a manutenção da cobertura do solo promove a ciclagem de nutrientes, favorecendo seu uso pela cultura em seqüência. No Cerrado, os benefícios para as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo podem manifestar-se num período mais longo, devido à decomposição acelerada dos resíduos vegetais, dificultando o estabelecimento de uma eficiente cobertura do solo. Portanto, o presente estudo visa avaliar a produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em Sistema Plantio Direto utilizando como plantas de cobertura: milho (*Zea Mays* L.), milheto (*Pennisetum glaucum*), sorgo-sudão (*Sorghum bicolor* (L.) Moench X *Sorghum sudanense* (Piper) e milho consorciado com mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) para promover a cobertura do solo com resíduos vegetais (palhada). Existem poucos estudos sobre a adaptabilidade de cultivares de brócolos de inflorescência única no Brasil. De forma geral, estes materiais foram melhorados em condições de clima temperado e não vem apresentando estabilidade de produção nas condições de verão nos trópicos. No Distrito Federal, os últimos trabalhos foram realizados nos anos de 1994/95, havendo novas cultivares disponíveis no mercado para serem avaliadas. Dentre os diversos benefícios do sistema Plantio Direto, o efeito de regulação térmica, principalmente próximo a superfície do solo, pode contribuir para o incremento produtivo e a melhoria do aspecto visual do produto comercial. Plantas de cobertura e a influência destas no desenvolvimento, aspecto visual e produtividade do brócolos no sistema Plantio Direto de brócolos ainda não foram avaliados. A pesquisa em se tratando de hortaliças em sistema Plantio Direto, tanto no Brasil, quanto em outros países, em diferentes condições de clima e cultivo será apresentada, mostrando sua importância crescente e seu atual estágio de desenvolvimento.

## 2) OBJETIVOS

**Objetivo Geral:** Este trabalho tem como objetivo avaliar a produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto.

### **Objetivos específicos:**

- Avaliar a viabilidade do sistema Plantio Direto de brócolos de inflorescência única no verão;
- Avaliar a produtividade e o índice de aspecto visual de diferentes cultivares de brócolos de inflorescência única cultivados no verão em sistema Plantio Direto nas condições do Planalto Central;
- Avaliar diferentes plantas de cobertura e sua influência na produtividade e no aspecto visual do produto comercial;
- Verificar o efeito na temperatura do solo, essencial para o brócolos em sua fase de expansão e desenvolvimento de folhas, promovido pela cobertura do solo com resíduos vegetais (palhada).

### **2.1) Metas:**

- Dentre as cultivares avaliadas, indicar a(s) mais apropriada(s) para cultivo em sistema Plantio Direto, no verão nas condições climáticas do Planalto Central e em regiões com condições semelhantes;
- Indicar entre as plantas de cobertura avaliadas, qual (quais) a(s) mais apropriada(s) para a cobertura do solo em Plantio Direto no cultivo de brócolos de inflorescência única.

## **3) REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1) Introdução**

### **3.2) Plantio Direto**

O preparo do solo tem como principais objetivos eliminar a vegetação e revolver o solo, tornando-o apto ao plantio (Almeida, 1981). Duas das principais características do Plantio Direto, não revolver o solo e manter resíduos vegetais na superfície, são contrárias ao conceito tradicional de preparo do solo e apresentam semelhanças com a agricultura tradicional de civilizações do passado (Muzilli, 1981; Unger e McCalla, 1981).

O sistema Plantio Direto surgiu na metade do século passado nos E.U.A. como forma de evitar a intensa erosão, consequência do uso excessivo de operações para o preparo do solo. Segundo Dick *et al.* (1991) os primeiros resultados experimentais que obtiveram sucesso foram realizados nos EUA com o trabalho de Davidson e Barrons realizado na década de 50, que cultivaram milho sem revolver o solo em etapas anteriores à semeadura.

Segundo Almeida (1981), o sistema Plantio Direto desde há longo tempo era uma aspiração da agronomia progressiva e transformou-se em uma realidade quando foram lançados comercialmente os primeiros herbicidas possibilitando a substituição dos métodos mecânicos, de aração e gradagem, por químicos, na eliminação da cobertura vegetal que infesta os campos de lavoura na época de plantio.

Jones *et al.* (1968) definiram esta técnica como o semeio de uma cultura diretamente sobre uma cobertura vegetal, morta quimicamente, ou sobre os resíduos da cultura anterior sem o preparo mecânico do leito de semeadura. Este conceito é originado da expressão

“no-tillage” ou “zero-tillage” que significa sem preparo. Situações intermediárias entre o preparo convencional e Plantio Direto são denominadas como cultivo mínimo (Scaléa, 1999) e tem origem nas expressões “reduced-tillage” e “minimum-tillage”, “strip-tillage”.

Algumas definições utilizadas atualmente são mais amplas, procurando enfatizar uma característica de interações entre partes ou ações. Freitas (2002) define o Plantio Direto como um sistema de manejo sustentável do solo e da água que visa otimizar a expressão do potencial genético das plantas cultivadas, compreendendo um complexo integrado de processos fundamentado em três requisitos básicos: o revolvimento mínimo do solo, restrito a cova ou sulco de plantio; a diversificação de espécies pela rotação de culturas; e a manutenção de resíduos vegetais com o uso de culturas específicas para formação de palhada na superfície do solo.

No Brasil, a primeira referência sobre o Plantio Direto foi escrita no início da década de 60 pelo Prof. Clibas Vieira e Sr. Russel D. Frazier, em Minas Gerais, e as primeiras pesquisas e trabalhos de campo foram realizadas em 1971 no Paraná (Muzzili, 1981). No início da década de 70 o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária Meridional do Ministério da Agricultura – IPEAME/MA – realizou pesquisas pioneiras em Londrina e Ponta Grossa. Estes trabalhos, embora de curta duração, representaram o marco inicial do Plantio Direto no Brasil. Paralelamente, agricultores pioneiros da região dos Campos Gerais, em Ponta Grossa, e Norte do Paraná, em Rolândia, continuaram com observações de campo e difusão do sistema para grandes propriedades (Muzzili, 1981).

A adoção do Plantio Direto hoje já ocupa, segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha- FEBRAPDP, uma área superior a 22 milhões de hectares, com culturas anuais e já tradicional em áreas de produção de soja, milho, feijão irrigado, algodão, cana-de-açúcar, citrus, eucalipto e hortaliças como o tomate, cebola e folhosas (Freitas *et al.*, 2007).

### **3.3 Hortaliças em sistema Plantio Direto**

Em resposta ao agravamento dos processos erosivos verificados no sistema convencional de produção, em função da intensa mobilização do solo em locais de topografia acidentada, surgiram na década de 80 as primeiras experiências com sistema Plantio Direto em hortaliças no Brasil, mais especificamente pelo desenvolvimento do que foi chamado de cultivo mínimo de cebola, na região de Ituporanga, Santa Catarina, maior polo cebolicultor do Brasil (Monegat, 1991; Amado *et al.*, 1992). Além do excelente controle da erosão, o sistema Plantio Direto adotado mostrou-se eficiente na redução da competição por plantas daninhas, na conservação da umidade e na atenuação dos picos e variação de temperatura, favorecendo o desenvolvimento da planta e a atividade biológica do solo. Ainda, reduziram a mão-de-obra e o consumo de combustível no preparo da área (Tassinari, 1989). A adaptação da seqüência de plantas de cobertura no cultivo mínimo de cebola proporcionou incremento produtivo entre 11,9 e 23,0% em relação ao sistema convencional de cultivo com preparo de solo. Verificou-se, ainda, 92% a mais de água na camada superficial de 0 a 15cm no solo sob cultivo mínimo e 50% a mais de água de 15 a 30cm de profundidade quando comparado ao plantio convencional (Franco, 1988).

Também visando contornar intensos problemas de erosão e reduzir custos, cebolicultores de São José do Rio Pardo, principal pólo produtor de cebola do Estado de São Paulo, buscaram a experiência do cultivo mínimo em Santa Catarina e começaram a adotar em 2002 o plantio de cebola na palhada, geralmente de milho. Segundo os produtores, objetiva-se maior retorno financeiro pela economia de água, em função da menor perda por escoamento e maior infiltração, e pela economia no uso de máquinas, aliado à sustentabilidade da produção (Folha Rural, 2002). Hoje, nota-se a evolução do sistema, o que

é comprovado pela conquista do primeiro lugar no concurso de produtividade promovido pela Cooxupé, cooperativa que assiste os produtores locais, em área sob Plantio Direto com a média de 81,8 t.ha<sup>-1</sup> sobre palhada de milho (Folha Rural, 2004). O Plantio Direto sobre palhada tem sido utilizado na região tanto pela semeadura direta como pelo transplante de mudas, utilizando-se o rotocultivador para efetuar os sulcos.

Na cultura do tomateiro para processamento, segundo Giordano *et al.* (2000), recentemente o transplante de mudas direto na palha vem sendo introduzido na região dos cerrados, especificamente nos estados de Goiás e Minas Gerais, tendo por vantagens a melhor conservação do solo, a maior tolerância a estresses hídricos e o menor uso de maquinário na lavoura. Tem-se usado como alternativas para produção de palha, o arroz e o milho, visando à produção de grãos, ou o milheto, apenas para a produção de palhada. Verifica-se maior aproveitamento da produção em função da redução das perdas por podridões, pelo desenvolvimento dos frutos sobre a palhada e não em contato direto com o solo. Em lavouras de sequeiro, viável somente sob PD pela maior tolerância a períodos de estiagem, o altíssimo teor de Brix e a conseqüente bonificação recebida pela alta qualidade da matéria-prima compensou a produtividade, reduzida em relação a lavouras irrigadas (Revista Plantio Direto, 2007).

Abdul-Baki e Teasdale (1997) descrevem os trabalhos realizados nos Estados Unidos com a produção de tomates mesa sobre cobertura morta, utilizando ervilhaca peluda (*Vicia villosa* L. Roth), ressaltando sua ação na fixação de nitrogênio, reciclagem de nutrientes, redução da erosão e da compactação do solo e incorporação ao solo de matéria orgânica ao sistema. Seus restos culturais reduzem a perda de água e a emergência de plantas daninhas, incrementam o teor de matéria orgânica, e atuam na liberação gradativa de nutrientes. Plantas de tomate desenvolvidas em “mulching” de ervilhaca peluda produziram por mais duas ou três semanas, em relação a plantas produzidas convencionalmente em “mulching” de polietileno preto, contribuindo para a obtenção de maiores produtividades (96,4 t ha<sup>-1</sup> contra 75,5 t.ha<sup>-1</sup>, média de seis anos) e lucratividades (US\$ 24.512,00 ha<sup>-1</sup> contra US\$ 14.800,00 ha<sup>-1</sup>, média de seis anos). Além da maior longevidade na produção, houve redução de custos, pela eliminação da dispendiosa operação de colocação do plástico e pela redução no uso de fertilizantes, herbicidas e água de irrigação. Também foi testado o Plantio Direto sobre palhada de trevo subterrâneo, uma espécie que produz grande massa abaixo da superfície do solo e, quando dessecada, proporciona o efeito de aeração deste (Abdul-Baki *et al.*, 1993).

No Brasil, Osterroht e Fortes (2000) apresentam a viabilidade do cultivo mínimo de tomate para mesa e de pimentão sob manejo orgânico em casas de vegetação, observando que o sistema radicular tornou-se mais desenvolvido, conferindo melhor exploração do solo e, conseqüentemente, maior resistência, longevidade e produtividade à cultura. O cultivo de batata em sistema Plantio Direto foi avaliado por Morse (1997) nos Estados Unidos, utilizando centeio como cultura de cobertura, em leiras levantadas mecanicamente, como também com a aplicação de palhada de centeio nas leiras posteriormente a emergência da cultura em comparação ao cultivo convencional. Os dois sistemas de manejo aumentaram a produtividade e proporcionaram um melhor desenvolvimento dos tubérculos pelo controle da temperatura. Oliveira (2003), no Brasil, trabalhou com um protótipo de plantadora- UFV-ENG para Plantio Direto ou cultivo mínimo de batata, em comparação ao cultivo convencional. O plantio convencional da batata propiciou mais rápida emergência da planta. Os três métodos de plantios, (a) com a plantadora-adubadora convencional; (b) com o protótipo UFV-ENG submetido à modificação 1 (Plantio Direto sobre resíduos vegetais - palhada) e (c) com o protótipo submetido à modificação 2 (plantio com cultivo mínimo - preparo do solo com passagem de grade aradora para incorporação superficial dos resíduos vegetais) propiciaram semelhantes estandes (média de 41.980 plantas/ha) e produtividades

total e comercial de tubérculos. É necessário fazer a amontoa quando o plantio for feito com o protótipo submetido à modificação 2 (cultivo mínimo) para diminuir a produção de tubérculo não comercial; nos outros dois métodos de plantio, a amontoa foi desnecessária. O uso do protótipo UFV-ENG permitiu economias de tempo e de óleo diesel. Em adição à redução de custos, o protótipo poderá propiciar menores perdas de solo e de nutrientes por erosão (não avaliados no estudo). A confecção do protótipo UFV-ENG é tarefa simples e pouco onerosa, sendo possível de ser realizada em pequena oficina, a partir da plantadora convencional.

A partir de 2001, vem se desenvolvendo o cultivo de hortaliças em sistema Plantio Direto na região de Caçador, SC, importante pólo produtor de tomates no verão. O sistema proposto vem sendo construído de forma participativa e se apresenta como uma alternativa ao sistema vigente, buscando a racionalização do uso da água, a recuperação ou manutenção da fertilidade do solo, a redução da dependência externa (agrotóxicos e adubos altamente solúveis), a construção coletiva embasada na experiência dos agricultores e a organização da agricultura familiar e valorização da qualidade de vida dos agricultores e consumidores (EPAGRI, 2004; Simarelli, 2005).

Em brássicas, já foram realizadas algumas avaliações, observando-se a plena viabilidade da adoção de sistema Plantio Direto (Morse e Seward, 1986; Infante e Morse, 1996; Abdul-Baki et al., 1997). A cultura do pimentão também foi avaliada sob sistema Plantio Direto por Abdul-Baki *et al.* (1999) em dois locais nos Estados Unidos (Beltsville, MD, e Blacksburg, VA), comparando-se o Plantio Direto sobre palhada de ervilhaca peluda, o plantio em canteiros com cobertura de polietileno plástico e o controle (plantio em canteiros sem cobertura). Não foram verificadas diferenças significativas na produção comercial em Beltsville, mas em Blacksburg, a cobertura plástica apresentou maiores níveis de produtividade. Os autores alegam que, para as condições do estudo, o aquecimento promovido pelo plástico foi benéfico.

Em alface americana, Maluf *et al.* (2004) compararam a produção de cinco cultivares em sistema Plantio Direto sobre palhada de aveia-preta com o plantio em canteiros com e sem cobertura plástica, observando incremento de produtividade em sistema Plantio Direto. À semelhança do que foi observado por Teasdale e Abdul-Baki (1995) e por Abdul-Baki et al., (1999), a cobertura plástica pode ser interessante em épocas mais frias, pois proporciona maior aquecimento do solo. Entretanto, em épocas quentes do ano, a cobertura plástica pode aquecer o solo acima da temperatura ideal e provocar injúrias nas plantas. No caso de alface americana, é comum no verão sobre a cobertura (“mulching”) e sob túneis plásticos a ocorrência de altas taxas de queima de bordos devido à deficiência de Ca denominada “tip burn”, em função da elevada taxa transpiratória que ocorre em temperaturas muito altas, pois este é um elemento que é transportado para as folhas através da água, fator que deprecia o aspecto visual do produto comercial, especialmente para o processamento mínimo. Oliveira *et al.* (2004), estudando os efeitos do Plantio Direto em cobertura morta de aveia-preta e do consórcio com *Crotalaria juncea*, em sistema orgânico de produção de inhame, em comparação com o sistema convencional de cultivo, obteve maior altura nas plantas do inhame, assim como reduziu a queima de folhas pelos raios solares e a população infestante de ervas espontâneas foi mais efetivamente controlada com a combinação entre o consórcio e Plantio Direto. A Embrapa Hortaliças, em resposta à crescente demanda, vem conduzindo desde 2002 trabalhos com o cultivo de hortaliças em sistema Plantio Direto, especialmente cebola e tomate para processamento, além de testes preliminares com repolho e couve-flor (Madeira, 2004b). Em cebola, Madeira e Oliveira (2005) avaliaram seis cultivares e diferentes plantas de cobertura (milheto, sorgo forrageiro, amaranto e crotalária juncea), tendo como testemunha o sistema convencional de plantio (transplântio em canteiros após pousio). Foram obtidas produtividades comerciais entre 43,8 e 76,0 t ha<sup>-1</sup>. Foram estudados diferentes níveis

de palhada para avaliar a eficiência de uso de água em tomate para processamento sob sistema Plantio Direto. Muito provavelmente, este talvez seja o primeiro estudo visando quantificar o uso de água em hortaliças cultivadas em sistema Plantio Direto no Brasil e no Mundo. Os resultados para tomateiro para processamento (Marouelli *et al.*, 2004; e Silva *et al.*, 2005) indicaram uma economia média de água no sistema Plantio Direto de 11%, comparado ao SPC, assim como um incremento de produtividade de frutos da ordem de 10%. Finalmente, as experiências com hortaliças em sistema Plantio Direto são crescentes no Brasil e no mundo, com forte tendência da sua adoção por uma parcela maior de produtores, o que faz crescer a demanda por pesquisas que busquem o entendimento dos processos envolvidos com o sistema Plantio Direto no cultivo de hortaliças.

### 3.4) Brócolos

#### 3.4.1) Introdução

##### 3.4.1.1) Origem

O gênero *Brassica* apresenta mais de cem espécies selvagens e cultivadas (Honma e Heeckt, 1960). Entre essas, seis espécies constituem-se nas principais utilizadas como alimento. As relações entre elas foram estabelecidas por Morinaga (1934) e Nagaharu (1935) citados por Honma e Heeckt (1960). Segundo esses autores, três espécies diplóides *B. nigra*, *B. oleracea* e *B. campestris*, constituem-se nas espécies básicas, que por cruzamento e poliploidização, originaram mais três espécies anfidiplóides *B. carinata*, *B. juncea* e *B. napus*. Entre essas seis espécies, duas são mais importantes como hortaliças cultivadas, *B. campestris* e *B. oleracea*. *Brassica campestris* é polimórfica, com sete variedades botânicas que se originaram em regiões de altitude do Mediterrâneo, migraram para o norte da Europa e posteriormente para a China onde evoluíram em diferentes populações locais. O representante mais comum dessa espécie é *Brassica campestris* var. *pekinensis*, denominada couve-chinesa, que constitui-se em uma das hortaliças mais importantes na Ásia. O centro de origem de *Brassica oleracea* é a região do Mediterrâneo e a forma selvagem ocorre na Costa Atlântica da Europa Ocidental. Da região mediterrânea, espalhou-se por toda Europa, onde foi cultivada desde os tempos antigos, dispersando-se para outras partes do mundo [(Camargo, (1944); Nieuwhof, (1969); Camargo e Fornasier, (1971); Harlan, (1975)]. Supõe-se que todas as brássicas cultivadas tenham tido a mesma origem, ou seja, a partir de um ancestral em comum, *Brassica oleracea* L. var. *sylvestris* L., uma couve de folhas largas, lobuladas, onduladas, espessas e cobertas por uma leve camada cerosa, semelhante à couve comum, ainda encontrada nas regiões litorâneas d Europa e norte da África. (Giles, 1941); [(Magruder, 1937); (Horne, 1954); (Vilmorin, 1956), citados por Swarup e Chatterjee, 1972]; (Nieuwhof, 1969); (Allard, 1971); (Camargo e Fornasier, 1971); (Bagget e Wahlert, 1975).

A couve-de-folha, a couve-rábano e o repolho foram as primeiras hortaliças, dentro da espécie, a serem introduzidas em cultivos, sendo as demais variedades de utilização posterior. Nos séculos XVII, XIX e XX, a couve-flor, a couve-de-bruxelas e a brócolos encontravam-se, respectivamente, cultivadas, espalhando-se posteriormente para outros países, fazendo da espécie um grupo de hortaliças dos mais importantes (Nieuwhof, 1969).

Brócolos em português, ou brócoli em italiano, derivam do latim *brachium*, que significa braço ou broto. Na Itália, a expressão é utilizada para brássicas com ramos florais comestíveis, incluindo também repolhos e nabos. Era originalmente aplicada ao tipo “ramoso”, sendo hoje também aplicado ao tipo “inflorescência única”, os quais desenvolvem uma inflorescência larga, única e terminal. Brócolos com inflorescências verdes, roxas ou

brancas (do tipo ramoso) se tornaram muito populares no norte da Europa no século 18. O brócolos com uma única inflorescência verde (calabrês; o nome foi dado devido a região da Calábria na Itália) foi introduzido nos EUA por imigrantes italianos durante o início do século 20, tornando-se uma hortaliça muito popular, espalhando-se posteriormente pelo mundo, voltando à Europa e indo para lugares como Japão e outros durante os últimos 50 anos (Dixon e Dickson, 2006).

#### **3.4.1.2) Características botânicas e exigências de clima e solo**

O brócolos (*Brassica oleracea* var. *italica*) é planta semelhante à couve-flor, possui caule relativamente mais longo, com folhas de nervuras menos salientes e pedúnculos compridos e mais distanciados. Tem o capítulo central menos compacto, de coloração verde-azulada, com emissão de numerosos rebentos nas axilas das folhas, que terminam em capítulos de flores imperfeitas (Vidigal e Pedrosa, 2007). O brócolos tem seu melhor desempenho em produtividade e melhor aspecto visual durante os meses de temperatura mais amena (Tavares, 2000). Quanto às exigências de clima e solo, as temperaturas ótimas para a maioria dos tipos de brócolos cultivados oscilam entre 20 e 24°C antes da emergência da inflorescência central (“cabeça”) e entre 15 e 18°C depois. O zero vegetativo para a espécie encontra-se nos 5°C e em suas primeiras etapas. Suporta geadas fracas, entretanto se estas ocorrem quando a inflorescência está em crescimento ocorre o escurecimento das mesmas. O brócolos pode iniciar o desenvolvimento dos seus primórdios florais a relativamente altas temperaturas. Contudo, quando estas ocorrem aumentam as desordens fisiológicas e a suscetibilidade a doenças. Em relação ao solo, o brócolos é uma hortaliça medianamente resistente a salinidade. O pH ótimo oscila entre 6,8 e 7,5. Valores menores aumentam as carências induzidas de molibdênio. Valores maiores aumentam as carências em oligo-elementos, especialmente manganês e boro (Stoppani e Francescangeli, 2000). Não se recomendam áreas recém desmatadas, mal trabalhadas para o seu plantio. No verão é indispensável que se procurem regiões altas ou microclimas com temperaturas amenas para a sua produção (Tavares, 2000).

#### **3.4.1.3) Avaliação de cultivares e condições ambientais**

A temperatura afeta de modo diferente o desenvolvimento da planta, a diferenciação floral, o tamanho e qualidade da cabeça, a produtividade e a duração do ciclo hortícola de brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). O uso de cultivares tolerantes a temperaturas altas permite a ampliação das regiões de cultivo, épocas de plantio e período de oferta do produto no mercado, além de aumentar a rentabilidade da cultura (Trevisan *et al.*, 2003).

Real-Rosas *et al.* (2002), avaliaram cinco variedades de brócolos cultivadas sob condições de aridez e altas temperaturas no México, para comparar seu rendimento, qualidade da cabeça e precocidade. A variedade com o rendimento mais alto foi Ryokurei com 6,8 t.ha<sup>-1</sup>, o qual foi obtido pelo grau de produção de cabeças de peso fresco significativamente superior às outras variedades. Além disso, esta variedade produziu inflorescências mais compactas. Porém, a variedade é de origem Japonesa a qual dificulta a disponibilidade de sementes. A variedade Galleon foi a mais precoce, com a colheita iniciada 7 dias antes que as outras variedades, e somente com dois cortes acumulou 6 t.ha<sup>-1</sup>, enquanto que Ryokurei precisou de quatro cortes para acumular 6,8 t.ha<sup>-1</sup>. Todavia, a população de plantas utilizada foi baixa. Por isso recomenda-se elevá-la para obter maiores rendimentos. Com base nestes resultados, para estas condições de aridez, recomenda-se a variedade Galleon já que permite uma maior

economia de água e sua semente esta facilmente disponível no mercado.

Trevisan *et al.* (2003) avaliaram o rendimento, ciclo hortícola e distribuição da colheita de oito cultivares de brócolos semeados na primavera, na região central do Rio Grande do Sul. O rendimento de cabeças, principal componente do rendimento de ‘Baron’ e ‘Hana Midori’, foi significativamente maior que o das demais cultivares. O rendimento de ramificações laterais foi o principal componente do rendimento total de seis cultivares. ‘Piracicaba Precoce’ e ‘Piracicaba Precoce de Verão’ apresentaram o mais alto rendimento de ramificações colheita. Houve acentuada variação entre cultivares para distribuição semanal dos componentes, rendimento de inflorescências e de ramificações laterais.

No Brasil normalmente as culturas de agosto a setembro são mais problemáticas, devido ao excesso de chuvas e de calor durante o ciclo da cultura, e conseqüentemente maior incidência de pragas e doenças, especialmente na época da colheita. O produto final colhido sob essas condições é inferior, com inflorescências menores, mais leves, de coloração mais clara, granulação maior, mais grossa, pior textura e menor conservação pós-colheita (Tavares, 2000).

#### **3.4.1.4) Aspectos culturais relevantes**

Em termos gerais, sistemas que favoreçam a infiltração da água de irrigação, a precaução de não escolher lotes com cultivos precedentes da família *Brassicaceae*, são etapas que fazem parte do cultivo do brócolos. Sua propagação é feita por sementes, as mudas são geralmente obtidas em casas de vegetação e depois transplantadas no campo, quando as plantas se encontram com aproximadamente quatro folhas verdadeiras. A colheita do brócolos é feita cerca de 80 a 100 dias após o plantio. É a operação cultural mais delicada e exigente. O momento ideal para iniciar a colheita é aquele em que a inflorescência adquiriu tamanho máximo sem haver aberto suas flores. Caso se colha demasiadamente rápido, a inflorescência pesa pouco e a produção diminui, caso se colha demasiadamente tarde, as gemas florais abrem-se, perdem cor, se tornam menos compactas, aumenta-se a fibrosidade do pedicelo e dificulta-se o manejo pós-colheita. Nos híbridos e cultivares de maturação heterogênea a colheita é feita várias vezes. Se o destino do brócolos é para processamento, corta-se segundo as especificações do congelamento. O brócolos para consumo fresco é colhido com uma longitude total de cabeça mais talo de 15-20 cm e é comercializado em pacotes de distintos tamanhos, seguindo-se os requerimentos do mercado (Stoppani e Francescangeli, 1999). A produtividade normal chega a 10.000 a 13.000 maços por hectare do tipo ramoso e do tipo inflorescência única podem se colher até mais de 25.000 plantas por hectare, dependendo do espaçamento utilizado. No Brasil, os estados das regiões Sudeste e Sul são os maiores produtores e consumidores dessa hortaliça (IAC, 1998).

#### **3.4.1.5) Aspectos nutricionais e propriedades medicinais do brócolos**

A inflorescência com haste grossa e tenra e com botões florais nas extremidades constituem as partes comestíveis do brócolos. Este pode ser consumido ao natural como salada ou cozido e apresenta boas características nutricionais, pois, em cada 100 gramas de produto cozido contém: proteína - 3,3 gramas, fósforo - 70 miligramas, riboflavina - 150 microgramas, altos teores de cálcio, 400 miligramas, e vitamina C - 74 miligramas de ácido ascórbico (IAC, 1998). Atualmente, de maneira geral, os vegetais verdes ganham ainda mais importância como alimento básico e necessário à saúde humana. Entre as hortaliças, o brócolos e a couve-flor são atualmente mais valorizadas por possuírem um grupo de substâncias, os glucosinolatos, em alta proporção. Estes compostos são cientificamente

reconhecidos por conter propriedades anticancerígenas. Além disso, possuem grandes quantidades de substâncias nutricionais antioxidantes como as vitaminas C e E, beta caroteno, minerais (Ca e Mg), aminoácidos e importantes quantidades de flavonóides (Carlson, *et al.*, 1987; Hill *et al.*, 1987; Monteiro e Lunn, 1998; Rodrigues e Rosa, 2000; Gomes *et al.*, 2000). O consumo de grandes quantidades de frutas e hortaliças está relacionado à redução do risco do desenvolvimento de uma variedade de doenças. São de interesse da medicina, plantas comestíveis que contenham quantidades substanciais de compostos reguladores de enzimas mamárias do metabolismo xenobiótico. Plantas pertencentes à família *Brassicaceae* e ao gênero *Brassica* como o brócolos, contém quantidades substanciais de isotiocianatos (em sua maioria na forma dos precursores de glucosinolatos) dos quais (sulforaphano ou 4-metilsulfetilbutil isotiocianato) são potentes indutores de enzimas da fase 2 deste metabolismo. Inesperadamente, brotações de 3 dias de idade, de algumas brássicas como o brócolos e a couve-flor contém níveis de glucoraphanina (o glucosinolato do sulforaphano) de 10 a 100 vezes mais do que plantas adultas. Glucosinolatos e isotiocianatos podem ser eficientemente extraídos de plantas sem a hidrólise de substância mirosinase, através da homogeneização de uma mistura com volumes iguais de dimetilsulfoxido, dimetilformamidio e acetonitrila a 250°C. Extratos de brotações de brócolos com 3 dias de idade (contendo glucoraphanina ou sulforaphano como a principal enzima indutora) foram altamente eficientes na redução da incidência, multiplicação e taxa de desenvolvimento de tumores mamários em ratos tratados com dimetilbenzina antraceno. Notavelmente, brotações de vários cultivares de brócolos contendo quantidades desconsideráveis de glucosinolatos, o que predomina em plantas adultas, podem trazer um aumento na degradação destes compostos (podendo também aumentar o desenvolvimento de tumores). Portanto, pequenas quantidades de brotações de brócolos, podem proteger o organismo do risco de câncer, assim como grandes quantidades de plantas adultas (Fahey *et al.*, 1997).

A infecção por *Helicobacter pylori*, bactéria responsável pela gastrite também pode ser erradicada através do consumo de brócolos. Pacientes que apresentaram resultado positivo para o teste de presença da bactéria consumiram brócolos nas quantidades de 14, 28, ou 56 g duas vezes ao dia, durante uma semana. Testes através de antígenos foram imediatamente realizados após o término do tratamento no oitavo dia e aos 35 dias. Estes pacientes foram submetidos a um questionário após o tratamento, em relação a sintomas como desconforto abdominal, dores, náusea, inchaços, quais as medicações eram utilizadas durante o período de tratamento e a palatabilidade do brócolos. Nove pacientes que completaram o tratamento submeteram-se ao teste, desses, sete apresentaram resultado negativo para a presença da bactéria e seis após 35 dias continuaram negativos. A maioria dos pacientes opinou que a palatabilidade do brócolos foi boa ou muito boa, portanto mais estudos são necessários para se obter a melhor dose a ser recomendada e se a utilização de medicamentos concomitantemente com a ingestão do brócolos pode aumentar a eficiência do tratamento (Galan *et al.*, 2004).

#### **3.4.1.6) Perspectivas do cultivo do brócolos**

O impulso que vem tendo o brócolos na Europa nos últimos anos demonstra que existe um grande potencial de mercado para esta hortaliça. Seu cultivo se introduziu na Europa em princípios do século XIX e atualmente a superfície cultivada supera 40.000 ha e a produção ronda 450 as mil toneladas/ano. O consumo entre os estadunidenses cresceu de 0,7 a 2,5 kg/capita/ano entre 1970 e 1994 (USDA (1994) citado por Stoppani e Francescangeli (2000). Na Europa, a superfície cultivada vem aumentando paulatinamente e ainda que a produção total em toda a Comunidade Européia não supere 35 mil toneladas/ano, em certas regiões tem

tido grande desenvolvimento, como por exemplo, em Murcia-Espanha, onde se passou de 940 ha<sup>-1</sup> em 1989 a 2200 ha<sup>-1</sup> em 1993. Na Argentina, Stoppani e Francescangeli (2000) citam que não existem registros confiáveis sobre o consumo de brócolos. Dados da década de 80 indicam apenas 0,5 Kg por habitante<sup>-1</sup>/ano<sup>-1</sup>. Mas durante o período 1990/95, os volumes históricos de ingresso ao Mercado Central de Buenos Aires têm crescido 265% (2285,4 Toneladas em 1995). A zona urbana bonaerense é onde se concentra a produção e ainda que não haja dados precisos sobre a superfície cultivada, a oferta do produto segue crescendo neste país.

O Brasil é um dos únicos países do mundo onde predomina a comercialização de brócolos do tipo ramoso. No entanto, por ser adequado para congelamento e comercialização em balcões frigoríficos, o brócolos do tipo inflorescência única apresenta importância crescente no mercado brasileiro (Melo *et al.*, 1994). O cultivo de brócolos de inflorescência única é uma atividade que a cada ano se amplia no Brasil, embora o mercado continue sendo abastecido também por produtos importados. Somente o produto fresco, encontrado em supermercados e feiras, é produzido no Brasil. Entretanto, grande parte do mercado desta hortaliça é para produto congelado, encontrado nos balcões frigoríficos dos supermercados, em sua maioria importada. Um dos principais problemas enfrentados no Brasil para o cultivo do brócolos de inflorescência única é a falta de cultivares adaptadas ao clima tropical (Melo e Giordano., 1995).

### **3.4.2) Pesquisa com brócolos em Sistema Plantio Direto**

Morse (1995) avaliou a efetividade de corte e o rolamento de parcelas cobertas por soja, trigo mourisco e milho em comparação ao dessecamento por herbicidas, no Plantio Direto de brócolos. Obteve-se uma produtividade de 1590 cxs. ha<sup>-1</sup>, não observando diferença estatística entre os tratamentos experimentais em produtividade ou qualidade (tamanho da cabeça, textura, cor). O estabelecimento do estande foi excelente para todas as coberturas, todas as plantas foram efetivamente mortas tanto pelo sistema de rolamento quanto pela aplicação herbicidas, havendo uma melhor supressão de plantas daninhas nas palhadas de trigo e milho. Morse e Seward (1986) compararam o Plantio Direto com o cultivo convencional em brócolos e repolho na primavera. Ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth), Ervilha de inverno Austríaco (*Pisum arvense* L.) e Centeio (*Secale cereale* L.) foram às plantas de cobertura utilizadas. Tanto para o repolho, quanto para o brócolos, a produtividade e o tamanho da cabeça, foram iguais ou superiores no sistema Plantio Direto, quando comparado ao convencional.

Abdul-Baki *et al.* (1997) avaliaram a produtividade de brócolos e a biomassa de plantas daninhas em sistema Plantio Direto utilizando três culturas de cobertura: soja forrageira, milho e o consórcio entre as duas. O produto comercial e sua produtividade em cada cobertura foram comparáveis a produtividade obtida no sistema convencional, apesar de o peso da cabeça ter sido menor quando se plantou brócolos na palhada de milho. A biomassa das plantas daninhas foi menor em todas as áreas sob o uso de plantas de cobertura. Neste estudo, as plantas de cobertura foram manejadas anteriormente ao transplantio de brócolos, por trituração e a biomassa foi de 4,7 t.ha<sup>-1</sup> para soja e 7,4 t.ha<sup>-1</sup> para o consórcio de soja e milho. Em um estudo similar, Morse (1999) comparou a produtividade e a biomassa de plantas daninhas em áreas sob plantas de cobertura: soja forrageira, milho, trigo mourisco e o consórcio de soja forrageira e milho. As parcelas receberam tratamentos com e sem herbicidas, com as sub-parcelas recebendo o controle por trituração. Assim como no estudo citado anteriormente, o produto comercial e a sua produtividade não diferiram estatisticamente entre as plantas de cobertura e a biomassa de plantas daninhas não foi

considerado um fator limitante a produtividade em qualquer um dos tratamentos. A produção de biomassa das plantas de cobertura foi de 5,6 t.ha<sup>-1</sup> e 9,7 t.ha<sup>-1</sup>.

O objetivo de Morse (2000) em outro estudo foi de determinar se leguminosas como plantas de cobertura e a mistura destas com gramíneas poderia ser utilizada para supressão de plantas daninhas e fornecer nitrogênio para o brócolos cultivado na primavera organicamente e no sistema convencional. Milheto, soja forrageira, um consórcio de milheto e soja forrageira e caupi foram as plantas de cobertura utilizadas, sendo estas responsáveis pelo aumento da produtividade do brócolos, comparado ao cultivo convencional. A produtividade de brócolos variou de 9,0 a 10,8 t/ha no Plantio Direto, obtendo-se no convencional 7.9 t.ha<sup>-1</sup>. O nitrogênio, no entanto foi um fator limitante neste estudo, sendo que o nitrato de amônio promoveu maior produtividade do que a farinha de sangue, como fonte de N no cultivo orgânico. O nitrogênio derivado do resíduo das plantas de cobertura não foi suficiente para suprir as exigências do brócolos. O controle de plantas daninhas no sistema orgânico foi inferior comparado as parcelas que receberam tratamento com herbicidas sintéticos e o rolamento das plantas de cobertura.

Morse (2001) utilizou como plantas de cobertura ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth), centeio (*Secale cereale* L.); e uma mistura de centeio e ervilhaca peluda (*Secale cereale* L.) em cultivo de verão, avaliando ainda métodos de manejo das plantas: rolamento com máquina tipo rolo-faca, trituração e sem resíduos. Obteve excelente crescimento de todas as plantas de cobertura, atingindo uma massa seca de 7,0, 11,2 e 11,7 ton.ha<sup>-1</sup> de ervilhaca peluda, centeio e a mistura destes, respectivamente. A persistência dos resíduos das plantas de cobertura e a produtividade de brócolos foram maiores nos tratamentos que receberam o rolamento das plantas. A produtividade do brócolos foi reduzida em 23% onde houve a trituração das plantas e em 71% onde não houve resíduos, comparado aos tratamentos que receberam rolamento. Essa redução de produtividade foi mais severa quando se utilizou ervilhaca peluda e a mistura desta com centeio. A biomassa das plantas daninhas foi negativamente relacionada com a perda de produtividade do brócolos. Baseado nesses dados, quando se obteve alta quantidade de resíduos nas plantas de cobertura e estes receberam apenas o rolamento, não havendo perturbação da palhada formada sobre o solo, obteve-se excelente produtividade do brócolos cultivado no verão sem a aplicação de herbicidas. A mistura de centeio e ervilhaca peluda e o uso do rolo-faca proporcionaram as melhores produtividades do brócolos. Portanto, a produção de brócolos no sistema Plantio Direto é viável quando se utilizam plantas que promovam uma boa cobertura do solo, a melhoria da sua fertilidade e o controle de plantas daninhas.

### **3.5) Plantas de cobertura para Plantio Direto**

#### **3.5.1) Introdução**

##### **3.5.1.1) Temperatura do solo**

O sistema de plantio convencional reduz a importância da radiação solar e subestima seus efeitos diretos no solo, em especial na redução dos estoques de matéria orgânica essencial à atividade microbiana. Assim, é estratégico aproveitar todas as possibilidades de obtenção e reciclagem de resíduos orgânicos, incluindo-se o uso de palhadas e resíduos de culturas em Plantio Direto e a rotação de culturas. A temperatura do solo tem efeitos diretos no desenvolvimento da planta, pois a semente não germina até que o solo alcance uma temperatura crítica, assim como o desenvolvimento normal da planta também necessita de uma temperatura adequada. As reações químicas e a liberação de nutrientes para a planta

dependem de faixas adequadas de temperatura do solo, o efeito da temperatura pode ser percebido na atividade funcional das raízes, velocidade e duração do crescimento das plantas e ocorrência e severidade de doenças em plantas (Gasparim *et al.* 2005).

A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, é a principal responsável pela troca e armazenamento de energia térmica nos ecossistemas terrestres. É a partir da intensidade da radiação solar na superfície do solo que ele se aquece e se resfria, no decorrer do dia e do ano, provocando variações térmicas nas camadas subjacentes. Pelo fato da absorção e da perda de energia ocorrerem na superfície, aliado à baixa velocidade de propagação do calor no interior do solo, as variações térmicas se limitam aos horizontes mais superficiais. De acordo com Bergamaschi e Eguadagnin (1993), a amplitude de variação da temperatura do solo diminui acentuadamente nos primeiros centímetros de profundidade, no mesmo instante em que ocorre um retardamento no período de ocorrência das máximas e mínimas, em função da magnitude e da lentidão do fluxo de calor no seu interior. A temperatura do solo responde mais aos efeitos locais de insolação, face da exposição e outros efeitos semelhantes, podendo diferir muito da temperatura do ar. Mota (1983) observa que a temperatura nos trópicos a temperatura do solo é de maior significação ecológica para a vida vegetal do que a temperatura do ar. Mota (1983) cita ainda a temperatura ideal do solo para o cultivo de batata fica em torno de 17°C e os tubérculos não crescem em temperaturas de solo superiores a 29°C. Muitas localidades nas áreas polares e em altas montanhas ficariam certamente sem vegetação se não fosse o fato da temperatura do solo ser muito mais alta que a do ar, especialmente durante o período de incidência da radiação solar. Uma temperatura do solo desfavorável durante a estação de crescimento pode retardar ou mesmo arruinar as colheitas.

Os horticultores valorizam muito um solo que se aquece rapidamente na primavera. Muito esforço tem sido feito pelos agricultores para modificar a temperatura do solo e, em muitos casos, o sucesso ou a falência do agricultor estão intimamente relacionados com as variações de temperatura do solo. Em estudos realizados por Silva *et al.* (2001), temperaturas do solo em torno de 27°C (em estufas com cobertura de polietileno) fizeram com que a cultura da alface produzisse mais, com melhor qualidade e com aparência mais saudável para o produto final em relação ao solo nu e ao coberto com sombrite, 28°C e 25°C, respectivamente.

O solo, além de armazenar e permitir os processos de transferência de água, solutos e gases, também armazena e transfere calor. Prevedello (1996) cita que a capacidade de um solo armazenar e transferir calor é determinada pelas suas propriedades térmicas e pelas condições meteorológicas do local, que, por sua vez, influenciam todos os processos químicos, físicos e biológicos do solo. A atividade microbiológica poderá ser interrompida, as sementes poderão não germinar e as plantas não se desenvolverem caso o solo não se apresente dentro de uma faixa de temperatura adequada para a manutenção dos processos fisiológicos envolvidos. As propriedades físicas da água e do ar do solo, bem como seus movimentos e disponibilidade no solo, além de muitas reações químicas que liberam nutrientes para as plantas, são influenciados pela temperatura do solo. Além disso, o calor armazenado próximo da superfície do solo tem grande efeito na evaporação. As medidas de temperatura abaixo da superfície do solo não são tão imprecisas como aquelas acima da superfície, porque as variações rápidas são contrabalançadas pela grande capacidade de retenção de calor do solo, sendo o tempo de variação da temperatura em função da variação da radiação solar, aproximadamente de 1 hora. Portanto, considera-se suficiente, para a maioria dos propósitos agrícolas, medir unicamente as temperaturas máximas e mínimas diárias, especialmente a grandes profundidades. A cobertura morta exerce influência marcante nas características físicas, químicas e biológicas do solo. A superfície do solo protegida pela cobertura não sofrerá o impacto direto das gotas de chuva e sua conseqüente desagregação. Tanto a qualidade quanto a quantidade dos resíduos vegetais exercem influência na infiltração. As

coberturas são capazes de modificar o regime térmico dos solos, tanto para aumentar quanto para diminuir sua temperatura, e essas coberturas podem ser constituídas de materiais de diferentes espessuras e propriedades térmicas. De acordo com Prevedello (1996), materiais com grande quantidade de ar originam coberturas com temperaturas mais amenas no solo. Por isso, as coberturas de matéria vegetal também isolam eficazmente e reduzem a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo. A temperatura do solo é afetada pela cobertura principalmente em regiões quentes em que o seu uso resulta em solos com temperaturas mais amenas, inclusive reduzindo a variação da temperatura do solo.

As coberturas protetoras desempenham importante função na agricultura, porque podem modificar as variações de temperatura no interior do solo, particularmente próximo da superfície, podendo alterar consideravelmente o ambiente para o desenvolvimento da flora e da fauna do solo. No verão, temperaturas registradas às 14 horas, próximas à superfície do solo, frequentemente excederam a 40°C no plantio convencional e inferiores a 35°C e 30°C, respectivamente, no Plantio Direto e sob cobertura permanente. Os sistemas de cobertura permanente e Plantio Direto proporcionaram menores variações na temperatura do solo em relação ao plantio convencional (Sidiras e Pavan, 1986).

Estudando a temperatura do solo em sistema Plantio Direto irrigado e não-irrigado na cultura do algodão, em profundidades de 40, 80 e 120 mm, Alves Sobrinho (2001) verificaram que solos irrigados apresentaram temperaturas ligeiramente inferiores aos não-irrigados. A temperatura média máxima em solos irrigados ocorreu às 15 horas na profundidade de 40 mm, concluindo que o conhecimento do perfil de temperatura do solo é de grande importância para a indicação do manejo adequado do solo e profundidade ótima de plantio. Gasparim *et al.* (2005) estudaram a temperatura no perfil do solo a diferentes profundidades em solo nu e com duas densidades de cobertura morta. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrometeorológica da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel. Foram instalados termopares tipo (K) em perfil do solo, nas profundidades de 2, 5, 10, 20 e 40 cm, conectados a um equipamento de aquisição de dados programado para realizar uma leitura por segundo e armazenar médias aritméticas a cada cinco minutos, sob duas densidades de cobertura morta (4 e 8 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca) de aveia preta. Os resultados obtidos, concluem que quanto maior a densidade de cobertura morta sobre o solo, menor é a variação da temperatura no seu perfil. A temperatura do solo na profundidade de 40 cm é praticamente estável durante o decorrer das 24 horas do dia, nas duas situações de cobertura morta do solo e em solo nu.

### **3.5.2) Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown)**

O milheto é originário da África. Relatos indicam que há cinco mil anos era utilizado pelo homem. Dispersou-se por outras partes do mundo antigo e chegou à Índia há três mil anos (Skerman e Riveros, 1989). Essa gramínea anual apresenta cerca de 80% de polinização cruzada; por haver se dispersado em vários ambientes, apresenta enorme “plasticidade” de adaptação a diferentes condições de solo e clima. As espécies desse gênero caracterizam-se pela alta resistência à seca, com crescimento inicial rápido e boa capacidade de perfilhamento (Chaves e Calegari, 2001). Segundo Calegari (2004), o milheto, em condições normais pode atingir 1,50 a 1,70 m de altura aos 50-60 dias após a semeadura, com uma produção de 4 a 6 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Entretanto, pode chegar aos 100 a 120 dias, a produzir em torno de 10 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca. É recomendável semear 45 a 60 sementes por metro linear, linhas espaçadas de 17 a 25 cm, com um total de 250 sementes m<sup>-2</sup>, o que dá em torno de 18 a 22 kg ha<sup>-1</sup> de sementes para as condições do sul do Brasil.

No Cerrado, de acordo com Kichel e Macedo (1996), citados por Aidar *et al.* (2003), o

milheto, também conhecido como pasto italiano, vegeta bem em terras pobres e secas, apresenta boas produções de massa verde, possui bom valor nutritivo e palatabilidade, porém, tem seu crescimento limitado por temperaturas inferiores a 18° C e não resiste a geadas. O material introduzido inicialmente em nosso país, classificado como milheto italiano e africano, foi difundido como parte de um pacote de tecnologia, desenvolvido pela iniciativa privada, para o Plantio Direto. Sobre esse material fizeram-se seleções que originaram as variedades BN-1 e BN-2, realizadas no Mato Grosso do Sul (Bonamigo, 1995). Mais recentemente, obtiveram-se novas variedades através de pesquisa coordenada pela Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas-MG, e também por pesquisas realizadas pela Sementes Adriana em Rondonópolis, MT.

A sua divulgação inicial deve ser creditada às empresas produtoras de desseccantes, e a sua adoção deve-se aos agricultores motivados pelas vantagens de maior eficiência na semeadura e menor custo de produção no Plantio Direto (Spehar e Landers, 1997). A redução do preço, ocorrida após a queda da patente do glyphosate, tornou viável o manejo do milheto. Como alternativa, pode-se manejá-lo mecanicamente, com o uso do rolo-faca. No Brasil Central, experimentos têm sido conduzidos desde o início do anos 70, na semeadura em sucessão ao cultivo principal, com o objetivo de manter as áreas cobertas por vegetação durante o longo período de seca (Monteiro *et al.*, 1984). Tem-se mostrado como uma importante opção de cobertura do solo e formação de palhada para o sistema Plantio Direto, em sucessão ou antecipação ao cultivo de verão (Séguy *et al.*, 1996). Oliveira *et al.* (2002) encontraram produtividades de até 14,2 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, proporcionando boa cobertura do solo para o Sistema Plantio Direto. A recente e rápida expansão do seu cultivo baseia-se na viabilização do Sistema Plantio Direto. Constitui-se na alternativa mais popularizada, por uma série de características, em especial grande produção de biomassa com elevada relação C/N e tolerância à seca. A facilidade de semeadura e de se obter sementes fazem do milheto uma das espécies de maior uso como cultura de cobertura do solo e formadora de palhada no Cerrado, embora seus resíduos tenham apresentado decomposição relativamente rápida nesse Bioma devido às condições climáticas de alta temperatura e intensidade de chuvas no verão (Alvarenga *et al.*, 2001).

São poucos os estudos sobre o manejo da fertilidade em milheto nos solos de cerrado. Por mostrar-se tolerante a solos ácidos e pobres em nutrientes, tem sido empregado em sucessão ou antecipação ao cultivo principal, onde utiliza o resíduo de fertilizantes (Scaléa, 1995). Entretanto, estudos mostram que a espécie responde ao nitrogênio, principalmente quando o cultivo é antecedido por gramíneas perenes (Carvalho *et al.*, 1996).

As vantagens do seu uso são: i) resistência à seca - utiliza 282 g de água/1g de matéria seca, contra 370 e 590 para o milho e o trigo respectivamente (Bonamigo, 1995); ii) adaptação a solos de baixa fertilidade; iii) ciclagem de nutrientes; iv) ótima produção de resíduos vegetais para cobertura do solo; v) forragem para pastoreio e silagem; vi) integração agricultura - pecuária (Pitol *et al.*, 1996). A semeadura do milheto pode realizar-se em sulcos, após o cultivo principal, quando consome entre 8 a 12 kg ha<sup>-1</sup>. Na semeadura a lanço, o consumo pode chegar a 40-50 kg ha<sup>-1</sup> (Scaléa, 1995). No Sistema Plantio Direto, o milheto é desseccado e rolado pouco antes da semeadura do cultivo principal, a depender da densidade de semeadura. A formação de palhada melhora a eficiência no controle das plantas daninhas e contribui para reduzir os custos devido ao uso de herbicidas (Spehar e Landers, 1997).

Bonamigo (2003) ressalta as características positivas do milheto, como tolerância à seca, rápido crescimento vegetativo, adaptação ao cultivo sucessivo e boa produção de biomassa da parte aérea para proteção do solo; e apresenta estimativa de que a cultura ocupe uma área entre 3 a 4 milhões de hectares em todo o Brasil.

### 3.5.3) Milho (*Zea mays* L.)

O milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas, e através de medições por desintegração radioativa, de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. Logo depois do descobrimento da América, foi levado para a Europa, onde era cultivado em hortas, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Passou, então, a ser plantado em escala comercial e espalhou-se desde a latitude de 58° norte (Rússia) até 40° sul (Argentina) (Embrapa, 2006).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo deste cereal, isto é, cerca de 70%. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano. O cultivo de milho tem se intensificado no Brasil, principalmente em função da demanda crescente pelo grão. É um dos principais alimentos humanos e animais, importante na indústria de transformação. A produção de carne de frango e suína, de ovos e de leite, depende diretamente deste cereal (Embrapa, 2006).

Dentro da evolução mundial de produção de milho, o Brasil tem se destacado como terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. A produção mundial ficou em torno de 590 milhões de toneladas em 2000, enquanto que Estados Unidos, China e Brasil produziram aproximadamente 253 milhões de toneladas, 105 milhões de toneladas e 32,3 milhões de toneladas respectivamente. Em 2001, o Brasil apresentou a safra recorde de 41,5 milhões de toneladas. Apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior nível de produtividade. (Embrapa, 2006). De forma geral, pode-se dizer que, na região dos cerrados, a melhor época de semeadura é entre setembro e novembro, dependendo do início das chuvas (Embrapa, 2006). Segundo Spehar (2004) a participação do milho no Sistema Plantio Direto passa a ter importância agrônoma, pela produção e composição da palhada. Os resíduos vegetais do milho normalmente atingem 6 a 7 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca, com relação C/N ampla, de lenta decomposição, cobrindo e protegendo o solo durante o período da seca no Cerrado e contribuem para a eficiência do sistema Plantio Direto. O milho assume o primeiro lugar no volume de produção entre os cultivos de cereais no Brasil e tem sido na maioria das regiões, a alternativa economicamente viável para sucessão ou rotação com outras culturas.

### 3.5.4) Sorgo-sudão (*Sorghum bicolor* (L.) Moench X *S. sudanense* (Piper) Staph.)

O sorgo-sudão, também chamado Sudex, é comumente cultivado como uma forrageira para pastejo, fenação ou silagem (Chamblee *et al.*, 1995). Como uma cultura de cobertura apropriada para o verão, o sorgo-sudão tem potencial para produzir biomassa abundante (8792 kg ha<sup>-1</sup>) Creamer e Baldwin (2000), suprime plantas daninhas [Weston *et al.*, 1989; Creamer and Baldwin (2000)] e diminui a compactação do solo (Wolfe *et al.*, 1998). Por causa de sua significância como forrageira, existe uma vasta literatura sobre seu cultivo e manejo. O Sorgo-sudão é reconhecido pelo seu alto potencial produtivo, mas sua produção de biomassa depende estritamente do manejo aplicado. Cortes e trituração frequentes tendem a reduzir a produção de biomassa (Beuerlein *et al.*, 1968), apesar de redução de produção desta, ser menos severa em comparação a outras forrageiras (Muldoon, 1985). Geralmente, um corte deixando o Sorgo-sudão a uma altura de 15-20 cm é recomendado para promover a rebrota

(Chamblee *et al.*, 1995). A rebrota ocorre tanto das gemas terminais, quanto basais e axilares, uma característica única entre as forrageiras (Clapp and Chamblee, 1970). Creamer e Dabney (2002) descrevem que o sorgo-sudão não obteve boa resposta a métodos mecânicos, incluindo trituração, corte rente ao solo e rolagem. Essa é uma característica negativa, quando se visa o cultivo orgânico, onde o uso de controle químico não é permitido. O sorgo-sudão também é caracterizado pelo seu potencial alelopático, exsudando sorgoleone, um inibidor do fotosistema II (Czarnota *et al.*, 2001) e outros ácidos orgânicos que também demonstraram inibir a germinação e o crescimento de plântulas (Weston *et al.*, 1989) e o crescimento de plantas transplantadas (Geneve e Weston, 1988). Compostos inibitórios adicionais ao sorgoleone também foram isolados de exsudatos das raízes de *Sorghum* spp. (Czarnota *et al.*, 2003).

A folhagem do sorgo-sudão contém vários compostos fenólicos incluindo o glicosídeo cianogênico Dhurrin (Weston, 1996). Weston *et al.* (1989) demonstrou que a decomposição de produtos destes compostos podem inibir a elongação da radícula. Apesar dos benefícios como a supressão de plantas daninhas, o potencial de toxidez dos exsudados do sorgo-sudão e os produtos da decomposição foliar deste não se limitam apenas a sementes de plantas daninhas. Geneve e Weston (1988) relataram uma significativa redução do crescimento de mudas de *Cercis canadensis* L. quando cultivadas em consórcio com sorgo-sudão e se os resíduos deste forem incorporados ao meio de crescimento.

Em relação à supressão da germinação, plantas com sementes de tamanho grande como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), pepinos (*Cucumis sativus* L.) e ervilhas (*Pisum sativum* L.), demonstraram grande tolerância a presença dos resíduos de sorgo-sudão em comparação a hortaliças de sementes de tamanho pequeno como tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), rabanete (*Raphanus sativus* L.), e alface (*Lactuca sativa* L.) (Putnam e DeFrank, 1983). Finney (2005), avaliando repolho sob palhada de sorgo-sudão obteve resultados que sugeriram que a presença de seus resíduos foi alelopática reduzindo o crescimento após o transplante e o peso final das cabeças. Neste estudo, a autora cita que o sorgo-sudão talvez não seja apropriado como planta de cobertura precedendo a produção de algumas hortaliças devido as suas tendências de rebrota e o seu potencial alelopático, considerando-se que este estudo foi realizado em manejo orgânico.

Portanto existe um potencial risco de interferência em uma cultura transplantada ou semeada diretamente quando se utiliza o sorgo-sudão como uma planta de cobertura. O manejo desta planta de cobertura, com utilização de herbicidas de modo de ação diferentes e métodos mecânicos é necessário para promover o desenvolvimento do sistema Plantio Direto, incluindo uma maior gama de hortaliças a serem avaliadas.

### **3.5.5) Mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* (Piper e Tracy) Merr)**

A mucuna-preta apresenta desenvolvimento vegetativo eficiente e acentuada rusticidade no Cerrado, adaptando-se bem às condições de deficiência hídrica e de temperaturas altas. Floresce e frutifica de maneira variável, porém não possui reação fotoperiódica (Pereira e Kage, 1980; Pereira, 1982; Sabadin, 1984; Burle *et al.*, 1988). Sua semeadura pode ser efetuada em diferentes períodos no verão, pois não possui reação ao fotoperíodo, portanto as fitomassas verde e seca produzidas não diminuem quando comparadas a outras plantas utilizadas para adubação verde (Amabile *et al.* 2000). A produtividade de matéria fresca da mucuna-preta em cultivo exclusivo pode atingir os limites de 10 até 40 t.ha<sup>-1</sup> (Alcântara e Bufarah, 1988). A mucuna preta adapta-se muito bem à associação (rotação, sucessão e consórcio) com a cultura comercial (principal). O sistema mais utilizado é o consórcio com o milho seja concomitantemente, seja quando essa cultura já

completou seu ciclo vegetativo (Burle *et al.*, 2006).

O consórcio milheto com mucuna-preta apresentou maior produtividade de matéria seca como planta de cobertura para o Plantio Direto de feijão (Oliveira, 2002). Quando consorciada com o milho, mostrou-se que a quantidade de nitrogênio da mucuna-preta residual no solo após o cultivo do milho é maior que a da uréia aplicada, porém o aproveitamento imediato pelo milho do nitrogênio proveniente da uréia é maior que o da mucuna-preta, em razão da pronta disponibilidade no solo do nutriente da fonte mineral. A associação do milho à mucuna-preta intensifica o efeito do aproveitamento do nitrogênio (Scivittaro *et al.* 2003). Uma das limitações ao consórcio é a dificuldade para realizar a semeadura mecanizada nessa associação de cultivos (Burle *et al.*, 2006).

#### 4)REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A.; MORSE, R.D., TEASDALE, J.R. Tillage and Mulch Effects on Yield and Fruit Fresh Mass of Bell Pepper (*Capsicum annum* L.). **Journal of Vegetable Crop Production**, v. 5, n. 1, p. 43-58, 1999.

ABDUL-BAKI, A.; MORSE, R.D.; DEVINE, T.E.; TEASDALE, J.R. Broccoli production in forage soybean and foxtail millet cover crop mulches. **HortScience**. v. 32, n. 5, p. 836-839, 1997.

ABDUL-BAKI, A.; TEASDALE, J.R. A no-tillage tomato production system using hairy vetch and subterranean Clover mulches. **HortScience**, v. 28, n. 2, p. 106-108, 1993.

ABDUL-BAKI, A.; TEASDALE, J.R. **Sustainable production of fresh-market tomatoes and other summer vegetables with organic mulches**. Washington: USDA, 1997. 23p. (Farmers' Bulletin n.2279).

AIDAR, H.; RODRIGUES, J.A.S.; KLUTHCOUSKI, J. Uso da integração lavoura-pecuária para produção de forragem na entressafra. In: **Integração lavoura-pecuária**. (Ed.) KLUTHCOUSKI, J., STONE, L.F., AIDAR, H. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 225-262.

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento de plantas**. (Tradução A. Blumenchein, E. Paterniani, J.T do A Gurgel e R.Vencovsky). São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1971. 318 p.

ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 5ª. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 162 p.

ALMEIDA, F.S. Controle de ervas. In: **Plantio Direto no Estado do Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, 1981. p.101-144. (Circular, 23)

ALVARENGA, R.C.; LARA CABEZAS, W.A.R.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema Plantio Direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ALVES SOBRINHO, T. Temperatura do solo em sistema Plantio Direto irrigado e não irrigado na cultura do algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001. Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. 1 CD-ROM.

AMADO, T.J.C.; SILVA, E.; TEIXEIRA, L.A.J. Cultivo mínimo de cebola: máquina para o preparo de solo nas pequenas propriedades. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, n.5, v.1 p.25-26, mar, 1992.

BAGGET, J.R., KEAN, D. Inheritance of annual flowering in Brassica oleracea. **Hortscience**, v. 24, n. 4, p. 662-64, 1989.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. **Rev. Bras. Agrometeorol.**, Santa Maria, v.1, n. 1, p. 95-99, 1993.

BEUERLEIN, J.E.; FRIBOURG, H.A.; BELL, F.F. Effects of environment and cutting on regrowth of a sorghum-sudangrass hybrid. **Crop Science**. v. 8, p. 152-155, 1968.

BONAMIGO, L.A. Milheto como cobertura no sistema Plantio Direto, benefícios do melhoramento da cultura. In: 7º Encontro de Plantio Direto no Cerrado, Sorriso Anais. Cuiabá: Ed. UFMT, 2ª Ed. p. 37-55, 2003.

BONAMIGO, L.A. Nova opção de cobertura e rotação. **Revista Plantio Direto**. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo, RS. 1995.

BURLE, M.L.; BOWEN, W.T.; PEREIRA, J.; SUHET, A.R.; RESCK, D.V.S. **Identificação de leguminosas adubo verde tolerantes à seca nos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1988. 4 p. (Embrapa-CPAC. Pesquisa em Andamento, 22).

BURLE, M.L.; CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F., PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde: Mucuna-preta. In: CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F (editores). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006. p.116-121

CALEGARI, A. Alternativas de culturas para rotação em Plantio Direto. **Revista Plantio Direto**, n. 80. Passo Fundo, RS, Ed. Aldeia Norte, 2004.

CAMARGO, L. de S. Culturas das couves. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, Campinas: Instituto Agrônômico, 1944. 41p.

CAMARGO, L. de S.; FORNASIER, J.B. Instruções para a cultura da couve-flor e dos brócolos. Campinas: Instituto Agrônômico, 1971. 37p. (Boletim, 197)

CARLSON, D.G.; DAXENBLICHER, M.D., Van ETTEN, C.H.; KWOLEK, W.F.; WILLIAMS, P.H. Glucosinolates in crucifer vegetables: broccoli, brussel sprouts, cauliflower, collardas, kale, mustard greens and kohlrabi. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**, v. 112, n. 1, p. 173-178, 1987.

CARVALHO, E.F.; CADISH, G.; SUHET, A.R.; VILELA, L. Resposta do milheto ao nitrogênio em sucessão à pastagem de *Andropogon gayanus*, pura e consorciada. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13. Águas de Lindóia: SBCS/SLCS, 1996. p. 13-16.

CHAMBLEE, D.S.; GREEN, J.T.; BURNS, J.C. Principle forages of North Carolina: adaptation, characteristics, management, and utilization. In: Chamblee, D.S. and J.T. Green (eds.). **Production and Utilization of Pastures and Forages in North Carolina**. Technical Bulletin 305, 1995.

CHAVES, J.C.D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 53-60, 2001.

CLAPP, J.G.; CHAMBLEE, D.S. Influence of different defoliation systems on the regrowth of pearl millet, hybrid sudangrass, and two sorghum-sudangrass hybrids from terminal, axillary, and basal buds. **Crop Sci.** v. 10, p. 345-349, 1970.

CREAMER, N.G.; BALDWIN, K.R. An evaluation of summer cover crops for use in vegetable production systems in North Carolina. **HortSci.** v. 35, n. 4, p. 600-603, 2000.

CREAMER, N.G.; DABNEY, S. Killing cover crops mechanically: review of recent literature and assessment of new research. **J. Alt. Ag.** v. 17, n. 1, p. 32-40, 2002.

CZARNOTA, M.A.; PAUL, R.N.; DAYAN, F.E.; CHANDRASHEKHAR, I.N.; WESTON, L.A.. Mode of action, localization of production, chemical nature, and activity of sorgoleone: a potent PSII inhibitor in Sorghum spp. root exudates. **Weed Tech.** v. 15, p. 813-825, 2001.

DICK, W.A. Continuous application of no tillage to Ohio soils. **Agronomy Journal**. Madison, v. 83, n.1, p.65-73, 1991.

DIXON, G.R.; DICKSON, M.H. **Vegetable brassicas and related Crucifers**. Crop Production Science in Horticulture Series 14. Wallingford: CABI, 2006.

EMBRAPA. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/MilhoCultivadoMilho\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/MilhoCultivadoMilho_2ed/index.htm). 2006.

EPAGRI. **Sistema Plantio Direto de hortaliças: o cultivo do tomateiro no Vale do Rio do Peixe, SC, em 101 respostas dos agricultores**. Florianópolis: EPAGRI, 2004. 53 p. (Boletim didático, 57).

FAHEY, J.W., ZHANG, Y., TALALAY, P. Broccoli sprouts: An exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** Vol. 94, p. 10367–10372, September, 1997.

FINNEY, D.M. Evaluation of sorghum sudangrass as a summer cover crop and marketable hay crop for organic, no-till production of fall cabbage. Raleigh, N.C.S. University, 2005, 112 p. (Dissertação de mestrado).

FOLHA RURAL Plantio Direto de Cebola. **Folha Rural**, v. 33, n. 294, p. 14-15, out., 2002.

FOLHA RURAL Plantio Direto em Cebola: cooperado aposta nesta tecnologia e sai vitorioso. **Folha Rural**, v. 35, n. 319, p. 24, nov. 2004.

FRANCO, H.M. Pesquisa tipifica propriedades. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, n. 1, v. 4, p. 34-35, dez., 1988.

FREITAS, P.L. de. Sustentabilidade: Harmonia com a Natureza. **Agroanalysis**, n. 2, v. 22, p.12-17, fev., 2002.

FREITAS, P.L. de., NETO, L.M., MANZATTO, C.V. Solos: além de tudo, seqüestro de carbono. **Agroanalysis**, n.4, v.27, p.15-16, abr., 2007. (Caderno especial)

GALAN, M.V., ARFANA, A.K., SILVERMAN, A.N. Oral Broccoli Sprouts for the Treatment of Helicobacter pylori Infection: A Preliminary Report. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 49, n. 7/8, p. 1088–1090, 2004.

GASPARIM, E.; RICIERI, R.P.; SILVA, S.L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 27, n. 1, p. 107-115, 2005.

GENEVE, R.L.; WESTON, L.A.. Growth reduction of Eastern redbud (*Cercis canadensis* L.) seedlings caused by interaction with a sorghum-sudangrass hybrid (sudex). **J. Environ. Hort.** v. 6, n.1, p. 24-26, 1988.

GILES, W.F. Cauliflower and broccoli. **J.R Hort. Sci.** v. 66, p.256-78, 1941.

GIORDANO, L. de B.; SILVA, J.B.C.de; BARBOSA, V. Escolha de cultivares de plantio. In: SILVA, J.B.C.de; GIORDANO, L.de B. (Orgs.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação – Embrapa Hortaliças, 2000. p. 36-57.

GOMES, M.H., RODRIGUES, A.S., ROSA, E. Teor de aminoácidos e minerais nas inflorescências primárias e secundárias em 11 cultivares de couve-brócolo. In: Horticultura Argentina, 23 Congresso Argentino, 10 Congresso Latino-americano, 3 Congresso Ibero-Americano, 2000, Mendoza. Resumos...Mendoza: Revista de la Asociacion Argentina de Horticultura, 200. p.69. CD ROM

HARLAN, J.R. What is a crop? In: **Crops and Man**. American Society of America, Madson, Wisconsin, 1975. Cap. 4. p. 61-104.

HILL, C.B., WILLIAMS, P.H., CARLSON, D.G.; TOOKEY, H.L. Variation in glucosinolates in oriental Brassica vegetables. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**, v. 112, n.2, p.309-313, 1987.

HONMA, S., HEECKT, O. Results of crossing *brassica pekinensis* (Lour.) Rupr. with *B. oleracea* L. var. *acephala* Dc.<sup>1</sup>) **Euphytica**, v.9, p.243-46, 1960.

IAC. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6ª ed. Campinas: IAC 1998, 396p. (IAC. Boletim, 200).

INFANTE, M.L.; MORSE, R.D. Integration of no tillage and overseeded legume living mulches for transplanted broccoli production. **HortScience**. v. 3, n. 31, p. 376-380, 1996.

JONES, J.N.; MOODY, J.E.; SHEAR, G.M.; MOSCHLER, W.W.; LILLARD, J.H. The no tillage system for corn (*Zea mays* L.). **Agron. J**, v.60, p.17–20. 1968.

KICHEL, A. MACEDO, M.C. Milheto: a opção forrageira para alimentar animais na época seca. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1994. 1 p. (CNPGC Informa, 2).

MADEIRA, N.R. Hortaliças sem canteiros **Cultivar HF**, Pelotas, v.5, n.25, p.14-15, abr./mai. 2004a.

MADEIRA, N.R. Plantio Direto de hortaliças **Direto no Cerrado**, v.8, n.34, p.09, fev./mar. 2004b.

MADEIRA, N.R.; OLIVEIRA, V.R. Avaliação de plantas de cobertura na formação de palhada e cultivares no Plantio Direto de cebola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 389, 2005. Suplemento. Trabalho apresentado no 45º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005, Fortaleza, CE.

MALUF, L.E.J.; MADEIRA, N.R.; BIGUZZI, F.A.; DARIOLLI, L.; SANTOS, F.H.V.; GOMES, L.A.A. Avaliação de cultivares de alface americana em diferentes tipos de cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 492, 2005. Suplemento. Trabalho apresentado no 44º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005, Campo Grande, MS.

MAROUELLI, W.A.; MADEIRA, N.R.; SILVA, H.R. Uso de água e produção do tomateiro para processamento cultivado em sistema Plantio Direto sob diferentes níveis de palhada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, 2004. Suplemento 2. CD-Rom. Trabalho apresentado no 44º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2004, Campo Grande.

MELO, P.E.; GIORDANO, L.B. Características agrônômicas e para processamento de híbridos comerciais e experimentais de brócolos de inflorescência única. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.95, Maio 1995. (Resumo)

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**: Características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó, SC: Ed. do autor, 1991. 337p.

MONTEIRO, P.M.F.O.; COSTA, A.V.; ROLIM, R.B.; FARIAS, J.G. Competição de espécies em sucessão à soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., 1984, Campinas, SP. **Anais**. Londrina: Embrapa CNPSo, 1984. p. 1-12. (Embrapa CNPSo. Documentos, 7).

MONTEIRO, A.A., LUNN, T. Trends and perspectives of vegetable *Brassica* breeding world-wide. WORLD CONFERENCE ON HORTICULTURAL RESEARCH, 1998, ROME. Disponível em <nup://pop.agrsci.umbo.n/wc2/monteiro.nluu>

MORSE, R.D.; SEWARD, D.L. No-tillage production of broccoli and cabbage. **Appl. Agric. Res.**, n. 1, p. 96-99, 1986.

MORSE, R.D. No-till, no-herbicide systems for production of transplanted broccoli. *In*: WL. KINGERY., BUEHRING, N. (ed). Conservation farming: A focus on water quality. Proc. Southern Region Conservation Tillage for Sustainable Agriculture. Jackson, Mississippi, p. 113-116, 1995.

MORSE, R.D. No-till production of Irish potato on raised beds. *In*: GALLAHER, RN., MCSORLEY, R. (eds.) Proc. Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Gainesville, FL, p. 117-121, 1997.

MORSE, R.D. High-residue, no-till systems for production of organic broccoli. *In* Bollich, PA. (ed.). Proc. Southern Conservation Conference for Sustainable Agriculture, Monroe, LA, p. 48-51, 2000.

MORSE, R.D. No-Herbicide, No-Till Summer Broccoli - Quantity of Rye and Hairy Vetch Mulch on Weed Suppression and Crop Yield. *In*: STIEGLER, JH. (ed.). Proc. 24th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Oklahoma City, OK 9-11 July. Oklahoma Agri. Exp. Sta. Misc. Pub. MP-151. Oklahoma State Univ. Stillwater, OK. 2001

MOTA, F.S. *Meteorologia agrícola*. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1983.

MULDOON, D.K. Summer forages under irrigation 1. Growth and development. **Aust.J. Exp. Ag.** v. 25, p. 392-401, 1985.

MUZILLI, O. Desenvolvimento e produtividade das culturas. *In*: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio Direto no Estado do Paraná**. Londrina:IAPAR, 1981. p.199-203. (Circular, 23).

NIEUWHOF, M. **Cole crops**. London: Leonard Hill, 1969. 353p.

OLIVEIRA, T.K. de; CARVALHO, G.J. de; MORAES, R.N. de S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em Plantio Direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, ago. 2002.

OLIVEIRA, A.D. Desenvolvimento e avaliação operacional do protótipo UFV – ENG para Plantio Direto de batata. Viçosa: UFV, 2003. 123p. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola)

OLIVEIRA, F.L.; RIBEIRO, R.L.D; SILVA,V.V; GUERRA, J.G.M; ALMEIDA, D.L. Desempenho do inhame (taro) em Plantio Direto e no consórcio com crotalaria sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3. Julho-Setembro, 2004.

OSTERROHT, M von; FORTES, L.O. Fazenda Santa Tereza: constante desenvolvimento para maior sustentabilidade. **Agroecologia Hoje**, n. 1, v. 5, p. 15-18, out/nov, 2000.

PEREIRA, J. **Adubação com mucuna-preta em solos de cerrados**. Planaltina : Embrapa-CPAC, 1982. 3p. (Comunicado técnico, 15).

PEREIRA, J.; KAGE, H. Manejo da matéria orgânica em solos de Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5., 1979, Brasília. **Cerrado: uso e manejo**. Brasília : Editerra, 1980. p. 581-591.

PITOL, C.; BORGES, E.P.; BROCH, D.L.; SIEDE, P.K.; ERBES, E.J. **O milho na integração agricultura-pecuária**, Maracaju, MS, Fundação MS, 1996. 6p.  
PREVEDELLO, CL. Física do solo com problemas resolvidos. Curitiba: Salesward-Discovery, 1996.

PUTNAM, A.R.; DEFRANK, J. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. **Crop Protection**. v. 2, n. 2, p. 173-181. 1983

REAL-ROSAS, M.A; LUCERO-ARCE, A.; TOYOTA, M. Variedades precoces de brécol para la diversificación agrícola en zonas áridas. INCI, mayo 2002, v. 27, n. 5, p.247-251.

REVISTA PLANTIO DIRETO. Plantio Direto de Tomate em Rio Verde. Disponível em: [http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=106](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=106). Acesso em 19 de Junho de 2007

RODRIGUES, A.S., ROSA, E. Couve brócolo – potenciais efeitos anticarcinogênicos. In: Horticultura Argentina, 23 Congresso Argentino, 10 Congresso Latino-americano, 3 Congresso Ibero-Americano, 2000, Mendoza. Resumos...Mendoza: Revista de la Asociacion Argentina de Horticultura, 2000. p. 69. CD ROM

SABADIN, H.C. Adubação verde. **Lavoura Arrozeira**, v. 37, n. 354, p. 19-26, 1984.

SCALÉA, M.J. A cultura do milho e seu uso no Plantio Direto no cerrado. In: LANDERS, JN. (Ed.) **Fascículo de Experiências de Plantio Direto no Cerrado**. Goiânia: Associação de Plantio Direto no Cerrado, 1995. P. 246-254.

SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. Transformações do nitrogênio proveniente de mucuna-preta e uréia utilizados como adubo na cultura do milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1427-1433, 2003.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A. Construção de uma agricultura sustentável, lucrativa e adaptada aos entraves pedoclimáticos das regiões tropicais úmidas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, SP: Potafós, 1996. 20 p. (Encarte, 74)

SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Rev. Bras. Cienc. Solo**. Campinas, v. 10, n. 3. p.181-184, 1986.

SILVA, H.R.; MADEIRA, N.R.; MAROUELLI, W.A. Eficiência de uso de água e produção de tomate industrial no sistema Plantio Direto em diferentes níveis de palhada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, 2005. Suplemento 2. CD-Rom. Trabalho apresentado no 45º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005, Fortaleza.

SILVA, W.C.M.; NASCIMENTO, M.F.; RICIÉRI, R.P. Influência da temperatura do solo na cultura da alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001. Foz do Iguaçu. Anais...Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. 1 CD-Rom.

SIMARELLI, M. Eficácia no cultivo de tomates. **Panorama Rural**, v. 4, n. 8, p.69-71, ago. 2005.

SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Roma: FAO, 1989. p. 596-603, (Production and Protection Series, 23)

SPEHAR, C.R. **Manejo cultural no Plantio Direto**. Curso de Plantio Direto, v. 11 (3). Brasília: ABEAS, 2004.

SPEHAR, C.R.; LANDERS, J.N. Características, limitações e futuro do Plantio Direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2, 1997, **Anais**. Passo Fundo, RS: Embrapa CNPT. p.127-131. 1997.

TASSINARI, M.H. Plantio Direto na cultura de cebola. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, n.2, v.1, p.11-13, 1989.

SWARUP, V., CHATERJEE, S.S. Origin and genetic improvement of Indian cauliflower. **Econ. Botany**. v.26, p. 381-93, 1972.

TAVARES, C.A.M. Brócolos: O cultivo da saúde. **Revista Cultivar HF**. Ano 1, n. 2, p. 20-22. 2000

TEASDALE, J.R., ABDUL-BAKI, A.A. Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulches. **Jou. Amer. Soc. Hort. Sci.** v. 5, n. 120, p. 848-853, 1995.

TREVISAN, J.N; MARTINS, G.A.K.; DAL'COL LUCIO, A. Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. **Cienc. Rural**, vol.33, no.2, p.233-239, 2003.

UNGER, P.W.; McCALLA, T.M. Conservation tillage systems. **Advances in Agronomy**, v. 33, p. 1-57, 1981.

VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M.W. Brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). In: Trazilbo José de Paula Júnior; Madelaine Venzon. (Org.). **101 Culturas - Manual de Tecnologias Agrícolas**. 1 ed. Belo Horizonte-MG: EPAMIG, 2007, v. 20, p. 175-178.

WESTON, L.A.; HARMON, R.; MUELLER, S. Allelopathic potential of sorghum sudangrass hybrid (sudex). **J. Chem. Ecol.** v. 15, n. 6, p. 1855-1865, 1989.

WOLFE, D.W.; RIGGS, D.; ABAWI, G.; VANES, H.; STIVERS-YOUNG, L.; PEDERSON, L. **Management strategies for improved soil quality with emphasis on soil compaction.** Cornell Univ. Dept. of Fruit e Veg. Sci. Report. N°. 72.

## CAPÍTULO 1

### **PRODUÇÃO DE BRÓCOLOS DE INFLORESCÊNCIA ÚNICA NO VERÃO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO COM USO DE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA**

**Raphael Augusto de Castro e Melo<sup>2</sup>, Nuno Rodrigo Madeira<sup>3</sup>, José Ricardo Peixoto<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>Universidade de Brasília-UnB, C. Postal 4.508, 709010-970, Brasília-DF, <sup>3</sup>Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970, Brasília-DF. E-mail: raphael.agro@gmail.com

(Trabalho a ser enviado para a revista Horticultura Brasileira)

<sup>1</sup>Trabalho apresentado pelo primeiro autor como parte da dissertação de mestrado em Ciências Agrárias pela UnB, Brasília-DF.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de brócolos de inflorescência única no verão em sistema Plantio Direto com uso de diferentes plantas de cobertura. O experimento foi conduzido no delineamento de blocos casualizados, em arranjo de parcelas subdivididas com três repetições. Cada planta de cobertura - milho (*Pennisetum glaucum*), milho (*Zea mays*), consórcio de milho com mucuna-preta (*Estilozobium aterrimum*), sorgo-sudão (*Sorghum bicolor* X *S. sudanense*), além do plantio convencional (solo após pousio preparado com aração e gradagem), constituiu uma parcela, sendo nelas distribuídas as cultivares Avenger, Demolador, Grandisimo, Green Storm Bonanza, Legacy e o material HECB01-06, constituindo as sub-parcelas. Não houve diferença entre o sistema Plantio Direto e convencional quanto à produção de brócolos, possivelmente pelo curto ciclo até o manejo das plantas de cobertura, 57 dias após semeadura, acarretando em menor permanência de seus resíduos sobre o solo. Houve diferença significativa entre cultivares para as variáveis avaliadas, não havendo, no entanto, interação significativa entre cultivares e plantas de cobertura. Com relação às cultivares avaliadas, Avenger foi a que obteve maior produtividade (13.216 kg.ha<sup>-1</sup>), peso médio de inflorescências (457,5g), diâmetro (15,3cm) e melhor qualidade das inflorescências. Quanto ao ciclo médio, o material HECB01-06 foi o mais precoce, com início de colheita aos 57 dias após o transplante. Houve acentuada variação entre as cultivares para distribuição semanal da produtividade total, com as cultivares mais precoces sendo menos produtivas. Portanto, é recomendável a adoção do sistema Plantio Direto, considerando-se os benefícios por ele proporcionados.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. *italica*, sistemas de cultivo, época de plantio, produtividade, aspecto visual.

## ABSTRACT

### **No-till summer broccoli production using different cover crops**

The main objective of this work was to evaluate the production of six broccoli cultivars in summer under no-till system using different cover crops. The experimental design was of randomized blocks with a split-plot design and three replicates. Each cover crop – pearl millet (*Pennisetum glaucum*), corn (*Zea mays*), a mix between corn and black velvet-bean (*Estilozobium aterrimum*), sorghum sudangrass (*Sorghum bicolor* X *S. sudanense*), and also conventional system (soil after fallow prepared with plow and disk harrow), consisted in a plot, with the cultivars Avenger, Demolador, Grandisimo, Green Storm Bonanza, Legacy and the material HECB01-06, representing the sub-plots. No differences were found among crop systems concerning broccoli yield, probably because of the short cycle of cover crops until its management, 57 days after sowing, reducing the permanence of the cover crops biomass residues covering soil. There were significant differences between cultivars for the evaluated variables. However, there was no significant interaction among cultivars and cover crops. The cultivar Avenger showed the highest yield (13.216 t.ha<sup>-1</sup>), average weight (457.5g), diameter (15.3cm) and quality of the curds. The medium cycle showed that the experimental hybrid HECB01-06 was the earliest harvested, initiating harvest 57 days after transplant. There were marked differences among cultivars for yield distribution, with the earliest cultivars being less productive. Considering the benefits proportionated by no till system, is highly recommended its adoption.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *italica*, crop systems, planting season, yield, visual aspect.

### **Introdução**

O brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) com uma única inflorescência verde foi introduzido nos EUA por imigrantes italianos durante o início do século 20 e se tornou uma hortaliça muito popular, espalhando-se pelo mundo nos últimos 50 anos (Dixon e Dickson, 2006). Por ser adequado ao congelamento e comercialização em balcões frigoríficos, o brócolos do tipo inflorescência única apresenta importância crescente no mercado brasileiro (Melo *et al.*, 1994). As cultivares do tipo inflorescência única utilizadas no Brasil, em sua totalidade, são originárias de países de clima temperado e por isso apresentam problemas de adaptação às condições climáticas, especialmente no verão.

No Brasil, normalmente o plantio de verão torna-se mais problemático, devido ao excesso de chuvas e calor durante o ciclo, com maior incidência de pragas e doenças, especialmente na época da colheita. O produto final colhido sob essas condições tem aspecto comercial inferior, com cabeças menores, mais leves, de coloração mais clara, granulação maior, mais grossa, de pior textura e menor conservação pós-colheita (Tavares, 2000).

A avaliação do potencial de cultivares em diferentes regiões agroclimáticas, além de proporcionar sustentabilidade a pesquisas subseqüentes, é imprescindível para o aumento da rentabilidade das culturas, o qual está diretamente relacionado ao uso de cultivares geneticamente superiores em termos de produtividade e outras características agrônômicas relevantes (Santa Catarina, 2001). O uso de cultivares tolerantes a temperaturas altas permite a ampliação das regiões de cultivo, épocas de plantio e período de oferta do produto no mercado, além de aumentar a rentabilidade da cultura (Trevisan *et al.*, 2003).

Freitas (2002) define o Plantio Direto como um sistema de manejo sustentável do solo e da água que visa otimizar a expressão do potencial genético das plantas cultivadas, compreendendo um complexo integrado de processos fundamentado em três requisitos básicos: o revolvimento mínimo do solo, restrito a cova ou sulco de plantio; a diversificação de espécies pela rotação de culturas; e a manutenção de resíduos vegetais com o uso de culturas específicas para formação de palhada na superfície do solo.

A limitada diversidade botânica nas espécies de sucessão/antecipação à cultura a ser explorada economicamente, tem causado um aumento na incidência de pragas e doenças, principalmente as de solo, no Cerrado. Como alternativa de manejo para solucionar estes problemas, tem-se a utilização de plantas de cobertura, tendo como características desejáveis ciclos reduzidos e tolerância à seca que possibilitem aproveitar a umidade residual; produzam resíduos (palha) persistentes e gerem renda, direta ou indiretamente via transformação agroindustrial (Landers, 1995; Spehar & Landers, 1997).

Em função do conhecimento ambiental, a definição de prioridade na seleção das espécies de cobertura deve basear-se no seu rápido estabelecimento, tolerância ao déficit hídrico, produção de biomassa, disponibilidade, fertilização e ciclagem de nutrientes e utilização humana e animal. As espécies de cobertura visam preencher o vazio existente na entressafra, com o aproveitamento do resíduo de umidade em antecipação ou sucessão ao cultivo principal (Spehar & Lara Cabezas, 2001). Outra importante função das plantas de cobertura, principalmente na horticultura, é que estas podem modificar as variações de temperatura no interior do solo, particularmente próximo da superfície, contribuindo para o incremento produtivo e a melhoria do aspecto visual do produto comercial. No verão, temperaturas registradas às 14 horas, próximas à superfície do solo, freqüentemente excedem 40°C no plantio convencional, ficando em torno de 35°C e de 30°C, respectivamente, no Plantio Direto (Sidiras e Pavan (1986) citados por Gasparim *et al.*, 2005).

No estado da Virginia-EUA, durante o verão, Morse (2001) avaliou o Plantio Direto de brócolos utilizando ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), centeio (*Secale cereale*) e uma mistura de

centeio e ervilhaca como plantas de cobertura e diferentes tipos de manejo destas. A persistência dos resíduos e a produtividade de brócolos ( $10 \text{ t.ha}^{-1}$ ) foram maiores no tratamento que recebeu o rolamento das plantas de cobertura. A produtividade do brócolos foi reduzida em 23% onde houve a trituração das plantas e em 71% onde não houve resíduos, comparado ao tratamento que recebeu rolamento. Essa redução de produtividade foi mais severa quando se utilizou ervilhaca peluda e o seu consórcio com centeio, do que quando comparada ao centeio sozinho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de brócolos de inflorescência única no verão em sistema Plantio Direto com o uso de milheto, milho, consórcio de milho com mucuna-preta e sorgo-sudão como plantas de cobertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPq) – Embrapa Hortaliças, a  $15^{\circ}56'00''$  latitude sul,  $48^{\circ}08'00''$  longitude oeste e altitude 997,6 m durante o verão, de novembro de 2006 a março de 2007. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro Álico, textura média (EMBRAPA, 1999). A análise química desse solo, realizada antes da implantação do experimento, revelou os seguintes resultados: pH (água): 5,75; em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ : Al: 0,2; Ca+Mg: 5,4; Ca: 4,2 e Mg: 1,2; e em  $\text{dm}^{-3}$ : P: 18,5; K: 270 e 46,60  $\text{g/dm}^{-3}$  de M.O.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas com três repetições. Cada planta de cobertura - milheto (*Pennisetum glaucum*), milho (*Zea mays*), consórcio de milho com mucuna-preta (*Estilozobium aterrimum*) e sorgo-sudão (*Sorghum bicolor* X *S. sudanense*), além do cultivo convencional (solo após pousio preparado com aração e gradagem), constituiu uma parcela, sendo nelas distribuídas as cultivares Avenger, Demolador, Grandisimo, Green Storm Bonanza, Legacy e o material HECB01-06 (híbrido experimental em fase de desenvolvimento do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças), constituindo as sub-parcelas. A unidade experimental foi composta de 14 plantas (duas linhas com sete plantas cada), arranjas em linhas simples, em área total de 4,9  $\text{m}^2$ , plantadas no espaçamento de 0,70 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Os dados foram obtidos de 8 plantas úteis por parcela.

O semeio das plantas de cobertura foi feito a lanço utilizando-se as recomendações de Burle *et al.* (2006) e ocorreu no dia 01 de novembro de 2006, tendo recebido uma adubação geral para todas as plantas de cobertura aos 37 dias de acordo com a recomendação para o milho de Embrapa (2006). A área destinada ao sistema convencional permaneceu em pousio durante o desenvolvimento das plantas de cobertura. O manejo das plantas de cobertura foi realizado em 27 de dezembro de 2006 (57 dias após semeadura), com o implemento Trimax, que consiste num picador/desintegrador utilizado para destruição de restos culturais. Foram retiradas amostras das palhadas das plantas de cobertura para análise de matéria seca, com três repetições por parcelas e a utilização de um quadrado de 1m e acondicionamento em sacos, que foram pesados e levados a uma estufa para secagem, até se obter peso constante após 72 horas.

O preparo de solo com aração e gradagem para o sistema convencional, que se encontrava em pousio quando do desenvolvimento das plantas de cobertura, ocorreu no mesmo dia do manejo destas. A semeadura do brócolos foi realizada em 08 de dezembro de 2006, utilizando o substrato comercial Plantmax, e a irrigação foi feita por microaspersão, até o momento do transplante. Foram feitas covas para o transplante, com diâmetro aproximado de 15-20cm e profundidade de até 10cm em 28 de dezembro. A adubação de base foi de 2 t de cama de frango, 60  $\text{kg.ha}^{-1}$  de N, 400  $\text{kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 150  $\text{kg.ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  e 3  $\text{kg ha}^{-1}$  de B, incorporados nas covas, de acordo com as recomendações de Trani *et al.* (1996). O transplante

ocorreu no dia 16 de janeiro de 2007 vinte dias após o manejo das plantas de cobertura.

Durante a condução do experimento, foram aplicados parceladamente  $200 \text{ kg.ha}^{-1}$  de N em cobertura 24 DAT (dias após o transplante) e no início da emissão da inflorescência, aos 42 DAT, além de uma adubação foliar com molibdênio aos 36 DAT. Os demais procedimentos fitotécnicos para o controle fitossanitário e condução do experimento foram os normalmente recomendados para a cultura.

Foram colhidas as inflorescências centrais, com corte na base da primeira folha no momento em que a inflorescência atingia seu tamanho máximo, ainda compacta e com grânulos bem fechados (Seabra Júnior, 2005). Iniciou-se a colheita aos 57 DAT, finalizando aos 98 DAT, com dois repasses semanais. As variáveis avaliadas foram: produtividade total em  $\text{t.ha}^{-1}$ , produtividade comercial (plantas com peso acima de 100g e índice de aspecto visual com nota mínima 2) em  $\text{t.ha}^{-1}$ , peso médio (g), diâmetro (cm), granulometria (mg) e índice de aspecto visual das inflorescências, temperatura do solo, primeira colheita realizada, ciclo médio e distribuição semanal da colheita. Para determinar o índice de aspecto visual de inflorescências de brócolos, foi utilizada uma escala de notas, variando de 1 a 5, baseada na classificação de couve-flor do programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros do CEAGESP (2000). A granulometria das inflorescências foi avaliada retirando-se três inflorescências de cada repetição em todos os tratamentos. Por ser extremamente trabalhoso efetuar medições do tamanho dos botões florais, procurou-se avaliar se o peso destes apresentaria uma boa correlação com seu tamanho, facilitando avaliar a granulometria, tanto para este trabalho como para futuros trabalhos com brócolos de inflorescência única. As inflorescências foram divididas em quatro quadrantes, dos quais foram retirados 10 botões florais, totalizando 40 botões, que foram pesados e medidos através de paquímetro digital e balança de precisão. Ainda, tomou-se o peso de 60 botões florais escolhidos ao acaso, divididos em 6 grupos de 10. Foi calculada a correlação entre altura dos 40 botões e peso dos 100 botões retirados, em uma escala de -1 a 1. Assim, quanto mais próximo de 1, maior a correlação entre altura e peso dos botões florais. As leituras de temperatura do solo foram realizadas durante a fase de expansão e desenvolvimento das folhas, segundo Kimoto (1993). As medições foram realizadas às 14h no centro das parcelas (plantas de cobertura) em cada repetição, sendo medidas à superfície e nas profundidades de 5 cm, 10 cm, 15 cm e 20 cm.

Os dados originais foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade. As médias foram comparadas, entre si, utilizando o teste de Scott-Knott. Foi utilizado o Software Sisvar (Ferreira, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de cobertura avaliadas obtiveram baixas produtividades de matéria seca quando comparadas a resultados obtidos em condições semelhantes no Cerrado, acarretando em menor permanência de seus resíduos sobre o solo. Em regiões e em épocas de cultivo onde temperatura e umidade são altas, como no verão do Cerrado, Seguy *et al.* (1997) indicam a necessidade de 11 a  $12 \text{ t.ha}^{-1}$  de matéria seca produzidas anualmente para o cultivo de grãos, devido à rapidez de decomposição da palhada. A matéria seca atingiu  $4,40 \text{ t.ha}^{-1}$  para o milho e para o sorgo-sudão,  $3,80 \text{ t.ha}^{-1}$  para o consórcio de milho com mucuna-preta e  $3,10 \text{ t.ha}^{-1}$  para o milheto (Tabela 1). Esses resultados podem ser explicados pelo manejo das plantas de cobertura, que foi realizado aos 57 DAS (dias após semeadura). O manejo efetuado em um período mais curto se deve à necessidade de uso intensivo de uma mesma área pelo produtor de hortaliças, com vários ciclos culturais durante o ano, o que difere do produtor de grãos. Além disso, um dos fatores que podem ter contribuído para a menor permanência de resíduos foi o

tipo de implemento utilizado para o manejo (Triturador), pois apesar de distribuir os restos culturais homogeneamente, os deixa em pequenos pedaços. A intensidade de chuvas no período também pode ter contribuído para uma decomposição mais rápida destes resíduos (701,43 mm de novembro/06 a janeiro/07). Deve-se considerar também que, no caso do cultivo de hortaliças, é necessário estar atento a problemas fitossanitários, principalmente com doenças de solo que podem ser favorecidas pelo excesso de restos culturais junto ao coleto das plantas.

O curto ciclo das plantas de cobertura e a conseqüente menor permanência de seus resíduos sobre o solo contribuíram para que não fossem observadas diferenças significativas entre as plantas de cobertura.

A interação cultivar x planta de cobertura não foi estatisticamente significativa para as variáveis de produção do brócolos, provavelmente, devido ao mesmos fatores explanados.

**Tabela 1.** Matéria seca e úmida em t.ha<sup>-1</sup> das plantas de cobertura. Brasília, 2007.

|                                     | Convencional | Milho | Milho + Mucuna | Milheto | Sorgo Sudão |
|-------------------------------------|--------------|-------|----------------|---------|-------------|
| Matéria úmida (t.ha <sup>-1</sup> ) | -            | 21,0  | 14,10          | 13,20   | 17,5        |
| Matéria seca (t.ha <sup>-1</sup> )  | -            | 4,40  | 3,80           | 3,10    | 4,40        |

**Tabela 2.** Produtividade de brócolos, em kg.ha<sup>-1</sup>, de acordo com cultivares e plantas de cobertura. Brasília, 2007.

| Cultivar                      | Convencional | Milho  | Milho + Mucuna | Milheto | Sorgo Sudão | Média das cultivares |    |
|-------------------------------|--------------|--------|----------------|---------|-------------|----------------------|----|
| Avenger                       | 12,619       | 14,786 | 13,604         | 12,352  | 12,718      | 13,216               | a  |
| Legacy                        | 9,381        | 10,179 | 1,1612         | 10,833  | 10,945      | 10,590               | b  |
| Grandisimo                    | 8,880        | 10,558 | 10,508         | 9,998   | 11,890      | 10,367               | b  |
| Demoleedor                    | 7,797        | 8,251  | 8,738          | 6,315   | 7,432       | 7,707                | c  |
| Green Storm Bonanza           | 7,058        | 7,606  | 7,656          | 7,540   | 7,982       | 7,568                | c  |
| HECB01                        | 4,643        | 4,840  | 5,730          | 5,506   | 3,933       | 4,930                | d  |
| <b>Média de produtividade</b> | 8,396        | 9,370  | 7,899          | 8,757   | 9,150       | 9,063                | NS |

<sup>1</sup>Cultivares com médias não seguidas por mesma letra, dentro de cada linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro. NS - não significativo.

A significativa diferença de produtividade dentre as cultivares avaliadas (Tabela 2) se deve, basicamente, ao potencial produtivo diferenciado de cada uma delas. Cultivares híbridas possuem estabilidade fenotípica e capacidade de produção em diferentes condições edafoclimáticas (homeostase genética), o que pode explicar os bons níveis de produtividade apresentados para as cultivares no verão, época que não coincide com a recomendação de cultivo destas, com exceção de Green Storm Bonanza e HECB0106. Também há que se considerar que o local do experimento apresenta clima relativamente ameno, se comparado a outros locais do Planalto Central, em função de sua altitude.

Foi realizada análise química de solo realizada após o experimento. Para uma resposta mais consistente quanto à dinâmica de nutrientes e da matéria orgânica no solo, o que não foi o foco deste trabalho, seria necessário uma avaliação mais duradoura e com maior número de amostras, devido à elevada heterogeneidade observada em características físicas e químicas de solo. Como resultado preliminar, não foram verificadas diferenças para o teor de matéria orgânica entre os dois sistemas de plantio (Convencional e Plantio Direto), que permaneceu o mesmo antes e após o experimento (46,60 g/dm<sup>3</sup>). Houve um decréscimo no teor de K nos dois sistemas de plantio, passando de 270 mg/dm<sup>3</sup> para 180 mg/dm<sup>3</sup> no sistema Plantio Direto e de 270 mg/dm<sup>3</sup> para 148 mg/dm<sup>3</sup> no sistema convencional, em função da alta exigência de K pelo brócolos de inflorescência única. De acordo com Braz *et al.* (2007), que avaliaram o acúmulo de macronutrientes pela cultivar Legacy, a ordem decrescente dos macronutrientes acumulados

pela cultivar foi: N>K>Ca>Mg>S>P. Quanto ao teor de fósforo, verificou-se elevação no sistema Plantio Direto, passando de 18,5 mg/dm<sup>3</sup> para 20,3 mg/dm<sup>3</sup>, e decréscimo no sistema convencional, de 18,5 mg/dm<sup>3</sup> para 10,1 mg/dm<sup>3</sup>, possível indicativo do reconhecido efeito de elevação da CTC no sistema Plantio Direto.

Em relação à produtividade total e comercial, observaram-se diferenças significativas entre as cultivares (Tabela 3). Verificou-se que a cultivar Avenger apresentou produtividade total significativamente maior que as demais, com 13.216 kg.ha<sup>-1</sup>, superando os resultados obtidos no verão por Trevisan *et al.* (2003) no Rio Grande do Sul com as cultivares Green River, Baron e Hanamidori com 12,79 t.ha<sup>-1</sup>, 10,80 t.ha<sup>-1</sup> e 10,13 t.ha<sup>-1</sup>; e no inverno por Lyra Filho *et al.* (1997) em Pernambuco com os cultivares Hanamidori e Legacy com 8,76 t.ha<sup>-1</sup> e 6,38 t.ha<sup>-1</sup> e Melo e Giordano (1995) no Distrito Federal com as cultivares Legacy e Sabre, com 9,4 e 13,0 t.ha<sup>-1</sup>. As cultivares Legacy e Grandisimo não diferiram entre si, com produtividade de 10.590 e 10.367 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, resultados semelhantes aos obtidos pelos autores citados acima. A cultivar Green Storm Bonanza e o material HECB0106 obtiveram, respectivamente, 7.570 kg.ha<sup>-1</sup> e 4.930 kg.ha<sup>-1</sup>. As produtividades obtidas são extremamente satisfatórias e o cultivo do brócolos nesta época permite portanto a ampliação do período de colheita, pois de acordo com Silva (1997), embora o plantio de verão seja menos produtivo, a rentabilidade do cultivo nessa época é favorecida por preços mais altos em virtude da colheita ocorrer no período de entressafra.

A produtividade comercial (plantas com peso acima de 100g e nota mínima 2 para aspecto visual) diferiu significativamente entre as cultivares. A cultivar Avenger, apresentou todas as plantas como sendo comerciais, com produtividade de 13.216 kg.ha<sup>-1</sup>, seguida das cultivares Legacy e Grandisimo, com 10.540 kg.ha<sup>-1</sup> e 10.316 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3). Para o peso médio de inflorescências, a cultivar Avenger apresentou 457,5g, seguida das cultivares Legacy e Grandisimo, com médias de 371 e 363g. As cultivares Green Storm Bonanza, Demolador e o material HECB010 não diferiram entre si, com médias de 270g, 265g e 173g (Tabela 3). Estas cultivares possuem potencial, tanto para venda *in-natura* quanto em embalagens individuais para balcões frigoríficos de supermercados, como normalmente ocorre no DF e região.

**Tabela 3.** Produtividade de inflorescências total e comercial e peso médio da inflorescência em função da cultivar. Brasília, 2007.

| Cultivar            | Produtividade Total<br>(ton.ha <sup>-1</sup> ) | Produtividade Comercial<br>(ton.ha <sup>-1</sup> ) | Peso Médio<br>(g) |
|---------------------|--|--|-------------------|
| Avenger             | 13,216 a                                       | 13,216 a   | 457,5 a           |
| Legacy              | 10,590 b                                       | 10,540 b   | 370,8 b           |
| Grandisimo          | 10,367 b                                       | 10,316 b   | 363,0 b           |
| Demolador           | 7,707 c  | 7,298 c  | 270,0 c           |
| Green Storm Bonanza | 7,568 c  | 7,515 c  | 265,0 c           |
| HECB0106            | 4,930 d  | 4,565 d  | 172,7 d           |
| C.V %               | 14,06  | 14,60  | 14,41             |

Cultivares com médias não seguidas por mesma letra, dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Outra característica importante é o índice de aspecto visual de inflorescências, onde novamente a cultivar Avenger foi significativamente superior às demais, com nota 4,0 (levemente deteriorada - 1 a 9%), seguido pela cultivar Green Storm Bonanza com nota 3,7. Legacy com 3,0 (moderadamente deterioradas - 10 a 39%) e as cultivares Grandisimo, Demolador e o material HECB010, obtiveram médias de notas de 2,9, 2,8 e 2,7, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. Principalmente para o congelamento e também para processamento e a comercialização *in-natura*, o aspecto visual das inflorescências

é essencial e as cultivares que apresentaram maiores notas, são opções para ampliar a disponibilidade de materiais para processamento e congelamento durante o ano (Tabela 4).

Com relação à granulometria, as correlações ficaram, em média, próximas a 0,80, o que permitiu tomar o peso (mg) como medida para se avaliar a granulometria, característica de avaliação muito mais fácil que o tamanho dos botões florais. Houve diferença entre cultivares, com o material HECB0106 apresentando maior granulometria, avaliada pelo peso médio de 10 botões florais, com 114,3mg. Este valor foi muito superior ao observado para as demais cultivares (peso de 10 botões entre 31,9 e 56,5mg), que não diferiram estatisticamente entre si. O material HECB0106 <sup>1</sup>apresentou maior granulometria por ser proveniente do cruzamento entre linhagens de brócolos obtidas na Embrapa Hortaliças que possuem, em sua genealogia, cruzamentos com plantas de brócolos do tipo ramoso. O brócolos do tipo ramoso caracteriza-se por apresentar botões florais maiores e mais frouxos que as plantas de inflorescência única. Este material foi desenvolvido com o objetivo de introduzir adaptação às condições de cultivo da região de Brasília nos genótipos de inflorescência única. Para tanto, foram feitos cruzamentos iniciais entre linhagens selecionadas de brócolos do tipo ramoso e plantas da cultivar italiana de brócolos de inflorescência única Reggio di Calabria, seguidos de retrocruzamentos para a cultivar italiana, sempre selecionando as linhagens de maior adaptação, ainda que não fossem aquelas de granulometria mais fina<sup>1</sup>.

O elevado coeficiente de variação observado (73,4 %) na avaliação da granulometria pode ser explicado, em parte, pela grande variabilidade de tamanho de botões florais que se observa dentro de uma mesma inflorescência. Geralmente, os botões florais localizados nas extremidades da inflorescência são mais leves e frouxos por terem se desenvolvido primeiro. Como os botões foram escolhidos aleatoriamente, de forma a representar toda a granulometria existente na inflorescência e não apenas aquela mais fina, esta variação está expressa no elevado coeficiente de variação(Tabela 4).

O material HECB0106 foi mais precoce, tendo o início de colheita aos 57 DAT (dias após transplante), seguido da cultivar Green Storm Bonanza, iniciando a colheita aos 72 DAT, mais precoces que as demais, que não diferiram entre si, aspecto interessante para a escolha de materiais com menor permanência em campo, visando a sucessão de culturas (Tabela 4). O ciclo médio foi de 63 dias para o material HECB0106, seguido da cultivar Green Storm Bonanza com 78 dias, mais precoces que as demais, que não diferiram entre si (Tabela 4).

**Tabela 4.** Índice de aspecto visual das inflorescências (em escala de notas variando de 1 a 5. 1 - não comerciais, extremamente defeituosas; 2 - comerciais defeituosas; 3 - moderadamente defeituosas; 4 - levemente defeituosas; 5 - sem defeitos aparentes), diâmetro médio da inflorescência, primeira colheita e ciclo médio em função da cultivar. Brasília, 2007.

| Cultivar                   | Índice de aspecto visual | Diâmetro (cm) | 1ª Colheita (dias) | Granulometria (mg) | Ciclo médio (dias) |
|----------------------------|--------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Avenger</b>             | 4,0 a                    | 15,3 a        | 77 a               | 42,5 a             | 86 a               |
| <b>Legacy</b>              | 3,0 c                    | 15,1 a        | 78 a               | 56,5 a             | 85 a               |
| <b>Grandisimo</b>          | 2,8 c                    | 15,5 a        | 76 a               | 31,9 a             | 84 a               |
| <b>Demolador</b>           | 2,8 c                    | 13,5 b        | 75 a               | 34,4 a             | 84 a               |
| <b>Green Storm Bonanza</b> | 3,7 b                    | 13,3 b        | 72 b               | 39,7 a             | 78 b               |
| <b>HECB0106</b>            | 2,7 c                    | 13,1 b        | 56 c               | 114,3 b            | 63 c               |
| <b>C.V %</b>               | 11,86                    | 9,94          | 4,45               | 73,04              | 4,10               |

Cultivares com médias não seguidas por mesma letra, dentro de cada variável, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>1</sup> MELO, P.E (Embrapa Hortaliças).Informação Pessoal, 2006.

O material HECB0106, apesar de apresentar menor produtividade, menor média de peso médio e granulometria mais grossa que as demais cultivares, por ser mais precoce, iniciando a colheita mais cedo e com ciclo menor, não deve ser descartado dos materiais disponíveis como opção de cultivo no verão. Este material pelo menor tempo de exposição a doenças e a possibilidade de consórcio com outras culturas, se mostra vantajoso para alguns sistemas, em especial cultivos orgânicos. Também em sucessão a este, pode-se plantar outra hortaliça, de ciclo curto, durante o mesmo período. A cultivar Avenger, por ter superado as demais nas condições do experimento, mostra-se como opção para cultivo no verão, tanto para comércio *in-natura*, quanto para processamento e congelamento no DF e em regiões com condições edafoclimáticas semelhantes.

As temperaturas do solo, medidas durante as fases de expansão e desenvolvimento das folhas propostas por Kimoto (1993), apresentaram médias significativas para as medições feitas na superfície do solo e a 5 e 10 cm de profundidade, não apresentando diferenças significativas nas profundidades de 15 e 20 cm, observando-se estabilidade durante o período de avaliação, independente das diferentes condições de radiação solar. As temperaturas do solo nas parcelas com as plantas de cobertura foram de 2 a 2,3°C inferiores na superfície do solo, de 1,6 a 2°C inferiores a 5 cm de profundidade, e 1,3°C inferior a 10 cm de profundidade, quando comparadas ao plantio convencional, sem cobertura do solo (Tabela 5). Estes resultados indicam que no período em que o solo se mantém coberto ocorre uma redução de suas temperaturas próximas ao coleto das plantas e nas profundidades acima mencionadas, favorecendo o desenvolvimento das plantas.

**Tabela 5.** Variação de temperatura na superfície e as profundidades de 5, 10, 15 e 20cm no cultivo de brócolos no verão utilizando diferentes plantas de cobertura. Brasília, 2007.

| Cultivar       | Superfície | 5 cm   | 10 cm  | 15 cm  | 20 cm  |
|----------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Milheto        | 29.6 a     | 27.6 a | 26.3 a | 25.3 a | 25.0 a |
| Milho          | 29.3 a     | 28.0 a | 26.3 a | 26.0 a | 24.6 a |
| Milho + Mucuna | 29.6 a     | 27.6 a | 26.3 a | 25.6 a | 25.3 a |
| Sorgo Sudão    | 29.3 a     | 27.6 a | 26.3 a | 25.6 a | 25.0 a |
| Convencional   | 31.6 b     | 29.6 b | 27.6 b | 26.6 a | 25.3 a |
| C.V %          | 1,98       | 1,84   | 1,85   | 1,80   | 1,46   |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A distribuição semanal do percentual de plantas colhidas apresentou diferenças entre as cultivares avaliadas. O material HECB0106 teve 52% do total das plantas sendo colhidas entre 57 e 63 DAT, o que corresponde a 2,55 t.ha<sup>-1</sup>. Ainda destaca-se, que 90% da produção total foi colhida até os 70 DAT, correspondendo a 4,3 t.ha<sup>-1</sup> de um total de 4,9 t.ha<sup>-1</sup>.

A cultivar Green Storm Bonanza teve seu pico de produção entre 71 e 77 DAT, com 60% do total colhido neste período. Em termos de produção, a cultivar Green Storm Bonanza teve aproximadamente 4,5 t.ha<sup>-1</sup> colhidas neste período, de um total de 7,56 t.ha<sup>-1</sup>. A cultivar Demolador teve colheita praticamente constante dos 71 aos 93 DAT, com aproximadamente 78% da produção sendo colhida neste período, correspondendo a 6,0 t.ha<sup>-1</sup> de um total de 7,7 t.ha<sup>-1</sup>.

A cultivar Grandisimo iniciou a colheita 71 DAT, com 74% da produção sendo colhida até os 93 DAT, ou 7,5 t.ha<sup>-1</sup> de um total de 10,3 t.ha<sup>-1</sup>. As cultivares Avenger e Legacy apresentaram-se mais tardias, com 40 a 50% do total sendo colhido entre 85 e 91 DAT, ou 4,2 e 5,3 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de um total de 13,2 t.ha<sup>-1</sup> e 10,6 t.ha<sup>-1</sup>. As diferenças apresentadas

permitem um planejamento da produção com base no conhecimento do ciclo de cada cultivar, sendo esta uma informação importante para o produtor visando o atendimento de mercado.

O desempenho das cultivares avaliadas revela a possibilidade de produzir brócolos de inflorescência única no verão, destacando-se as cultivares Avenger, seguida de Legacy e Grandisimo, havendo a possibilidade destas serem indicadas para plantios comerciais em regiões com condições edafoclimáticas semelhantes ao DF. O plantio de brócolos em sistema de Plantio Direto, independente das plantas de cobertura avaliadas, foi capaz de proporcionar produtividades semelhantes às obtidas em sistema convencional. Portanto, é recomendável a adoção do sistema Plantio Direto, considerando-se os reconhecidos benefícios proporcionados pela sua adoção, como melhoria nas características de solo, maximização dos recursos água e energia e minimização dos processos erosivos.

### **Literatura Citada**

BURLE, ML.; CARVALHO, AM de.; AMABILE, RF., PEREIRA, J. 2006. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, AM.; AMABILE, RF (editores). Cerrado: adubação verde. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, p.71-142.

BRAZ, LT.; VARGAS, PF.; CHARLO, HCO.; CASTOLDI, R. 2007. Acúmulo de macronutrientes durante o ciclo de couve brócolos 'Legacy'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47. Resumos ... Porto Seguro: SOB (CD-ROM).

CEAGESP. 2000. Classificação de couve-flor. Centro de qualidade em Horticultura (Folder).

DIXON, GR.; DICKSON, MH. 2006. Vegetable brassicas and related Crucifers. Crop Production Science in Horticulture Series 14. Wallingford: CABI. 416p.

EMBRAPA.2006.CultivodoMilho.Disponívelem:[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/index.htm). Acesso em 18 de Setembro de 2007.

EMBRAPA. 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 370p.

FERREIRA, DF. 1999. Sistema para análise de variância para dados balanceados (SISVAR). Lavras: UFLA. 92p.

GASPARIM, E.; RICIERI, RP.; SILVA, SL.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. 2005. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. Acta Scientiarum. 27:107-115.

KIMOTO, T. 1993. Nutrição e Adubação de repolho, couve-flor e brócolis. In: Nutrição e adubação de hortaliças. Jaboticabal, 1993. Anais. Jaboticabal, UNESP. p.149-178.

LANDERS, J.N. 1995. Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado. Brasília: APDC. 261 p.

LYRA FILHO, HP., MARANHÃO, EH de A., MARANHÃO, EA de A., RODRIGUES, VJLB. 1997. Competição de cultivares e híbridos de brócolos (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) na Zona da Mata do Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37. Resumos... Manaus: SOB (suplemento)

MELO, PE.; GIORDANO, LB. 1995. Características agronômicas e para processamento de híbridos comerciais e experimentais de brócolos de inflorescência única. Horticultura Brasileira 13:95.

MELO, PE.; GIORDANO, LB.; SILVA, C. 1994. Avaliação de híbridos experimentais de brócolos de inflorescência única. Horticultura Brasileira 12: 90.

MORSE, RD. 2001. No-Herbicide, No-Till Summer Broccoli - Quantity of Rye and Hairy Vetch Mulch on Weed Suppression and Crop Yield. In: STIEGLER, JH. (ed.). Proc. 24th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture. Sillwater, OK. (CD-ROM)

SANTA CATARINA. 2001. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - EPAGRI. Cultivares catarinenses: um modelo de pesquisa. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.14, n.1, p.2.

SEABRA JÚNIOR, S. 2005. Influência de doses de nitrogênio e potássio na severidade à podridão negra e na produtividade de brócolis tipo inflorescência única. Botucatu: UNESP. 90 p. (Tese de Doutorado).

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTES, N. de A. 1997. Gestão da fertilidade de culturas mecanizadas nos trópicos úmidos: o caso das frentes pioneiras nos cerrados e florestas úmidas no centro norte do Mato Grosso. In: PEIXOTO, RT. dos G.; AHRENS, DC.; SAMAHA, MJ. (Ed.). Plantio Direto: o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: Iapar, p.125-157.

SIDIRAS, N.; PAVAN, MA. 1986. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 10: 181-184.

SILVA, G. 1997. Brócolis: o primo rico. Globo Rural, n.143.

SPEHAR, CR.; LANDERS, JN. 1997. Características, limitações e futuro do plantio direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2. Anais... Passo Fundo- RS: Embrapa CNPT. p.127-131.

SPEHAR, CR.; LARA CABEZAS, WAR. 2001. Introdução e seleção de espécies para a diversificação do sistema produtivo nos cerrados. In LARA CABEZAS, WAR.; FREITAS, PL. (Eds.) Plantio Direto na Integração Lavoura-Pecuária. Uberlândia, MG: UFU. p.179-188.

TAVARES, CAM. 2000. Brócolos: O cultivo da saúde. Revista Cultivar HF. 2: 20-22.

TRANI, PE.; PASSOS, FA.; AZEVEDO, JA.; TAVARES, M. 1996. Brócolos, couve-flor e repolho. In: RAIJ, B.VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico/ Fundação IAC. p. 175. (Boletim Técnico, 100).

TREVISAN, JN; MARTINS, GAK.; DAL'COL LUCIO, A. 2003. Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. Ciência Rural. 2: 233-239.

## CAPÍTULO 2

### **RENTABILIDADE DE BRÓCOLOS DE INFLORESCÊNCIA ÚNICA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL<sup>1</sup>**

**Raphael Augusto de Castro e Melo<sup>2</sup>, Nuno Rodrigo Madeira<sup>3</sup>, José Ricardo Peixoto<sup>2</sup>, Nirlene Junqueira Vilela<sup>3</sup>**

<sup>2</sup>Universidade de Brasília-UnB, C. Postal 4.508, 709010-970, Brasília-DF, <sup>3</sup>Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970, Brasília-DF. E-mail: raphael.agro@gmail.com

(Trabalho a ser enviado para a revista Horticultura Brasileira)

<sup>1</sup>Trabalho apresentado pelo primeiro autor como parte da dissertação de mestrado em Ciências Agrárias pela UnB, Brasília-DF.

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo comparar a rentabilidade de brócolos tipo inflorescência única produzido em sistema Plantio Direto e convencional. Os dados para a composição dos custos foram coletados nas áreas de produção e empresas de insumos agrícolas da região e compreendem os gastos ocorridos do plantio à colheita. Para determinação da viabilidade econômica, utilizou-se o método de orçamentação parcial do Instituto de Economia Agrícola e dados de preços e volume dos brócolos comercializados na CEASA-DF durante cinco anos (2002 a 2006). Os resultados indicaram que o sistema Plantio Direto teve custo de produção comparável ao sistema convencional (R\$ 7.476,41 no sistema convencional e R\$ 7.279,88 no sistema Plantio Direto). No tocante às operações realizadas, sem o preparo de solo no Plantio Direto, ocorre a redução de 21,46 % dos custos. Dos brócolos comercializados, 99,2% são produzidos por agricultores locais e os resultados econômicos são satisfatórios, com taxa de retorno de 3,20%, considerando a utilização do sistema convencional de preparo de solo. Caso se adote o sistema Plantio Direto, a taxa de retorno pode chegar a 3,85%. A margem de segurança registrou a cifra de -0,68 e -0,74 para o sistema convencional e o sistema Plantio Direto, respectivamente. O sistema Plantio Direto se mostra como melhor opção para uma orientação quando se visa projetar o futuro, pois ao longo dos anos há a melhoria das características de solo, ambientais e econômicas, que não puderam ser captadas somente pelos custos de produção apresentados neste estudo.

Palavras chave: *Brassica oleracea* var. *italica*, viabilidade, economia, sistemas de plantio.

## ABSTRACT

### **Profitability of heading broccoli under no-till and conventional system.**

The main objective of this study was to compare profitability of broccoli produced under no-till and conventional system. The data were collected on typical broccoli production unit and agriculture stores of the region. To calculate the economic feasibility, partial budget method of Agricultural Economic Institute and prices of broccoli sold at CEASA-DF from a five years period (2002 to 2006) were used. Results showed that the production costs of broccoli planted under no till system were comparable to conventional tillage (R\$ 7.476,41 and R\$ 7.279,88). The costs concerning soil prepare were reduced 21,46% with the adoption of no-tillage system. 99.2% of the broccoli sold, are produced by local farmers and the economic results are satisfactory with payback rate of 3.20%, considering the use of conventional tillage. In case of no-tillage system adoption, the payback rate can increase to 3.85%. The safety line registered a value of -0.68 and -0.74 for the conventional system and no tillage system, respectively. No till system appears as the better option when the project aims at future, because environmental, economic and soil characteristics are improved through the years. Those characteristics couldn't be perceptible only by the production costs presented at this study.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *italica*, feasibility, economy, planting systems.

## Introdução

Em resposta ao agravamento dos processos erosivos verificados no sistema convencional de preparo do solo, em função da intensa mobilização do solo em locais de topografia acidentada, surgiram na década de 80 as primeiras experiências com sistema Plantio Direto em hortaliças no Brasil (Monegat, 1991; Amado *et al.*, 1992). Desde então, são crescentes estas experiências, verificando-se tendência de aumento da sua adoção, o que faz crescer a demanda por pesquisas que busquem o entendimento dos processos envolvidos com o sistema Plantio Direto no cultivo de hortaliças. O sistema Plantio Direto tem no consumo de combustível um dos fatores que mais contribuem para a redução dos custos de produção, pois o consumo de diesel chega a ser 70% menor sem aração e gradagem, resultando em maior vida útil dos tratores (IAC, 2005). Incrementos produtivos no sistema Plantio Direto foram relatados nas culturas do tomate industrial (Marouelli *et al.*, 2006), tomate de mesa (Epagri, 2004), alface (Maluf *et al.*, 2001), cebola (Madeira e Oliveira, 2004), brássicas (Silva, 2002; Schmidt *et al.*, 2004; Madeira *et al.*, 2007), dentre outras, onde fatores como menor competição por plantas daninhas, melhor aproveitamento da água, resposta à adubação e aos efeitos das plantas de cobertura foram responsáveis pelos resultados apresentados.

O brócolos do tipo inflorescência única, também conhecido como brócolos americano, brócolos japonês e brócolos ninja vem apresentando importância crescente no mercado brasileiro. Isso se deve ao fato deste brócolos ser adequado ao congelamento e comercialização em balcões frigoríficos (Melo *et al.*, 1994).

Entretanto, para se tornar uma atividade lucrativa é necessário que os produtores alcancem, além de alta produtividade, adequada rentabilidade econômica. No contexto de busca de competitividade, o conhecimento dos custos de produção e rentabilidade das culturas é cada vez mais importante no processo de tomada de decisão do produtor sobre o que plantar (Araújo *et al.*, 2004).

O empresário agrícola é, antes de tudo, um tomador de decisão. O que ele faz, muitas vezes intuitivamente, é alvo de estudo da teoria microeconômica, que procura entre os diversos processos e recursos produtivos selecionar a melhor alocação de insumos, uma vez que o que, quanto e como produzir são pontos-chaves em qualquer processo produtivo (Menegatti e Barros, 2007). No momento em que o produtor decide as variáveis acima, ele está também definindo seu custo. Para os economistas, custo econômico pode ser definido como o valor de mercado de todos os insumos usados na produção (Binger e Hoffman (1998) citados por Menegatti e Barros, 2007).

Sabendo da importância da determinação dos custos de produção, Neves e Andia (2003) citados por Menegatti e Barros (2007), esclarecem que seu mérito não se deve somente a um componente para a análise da rentabilidade da unidade de produção, mas também como parâmetro de tomada de decisão e de capitalização do setor rural. Além disso, os autores chamam atenção para o fato de que os custos de produção, dependendo para qual finalidade se destinam, podem adquirir diferentes aspectos. Para o produtor rural é um indicativo de sua administração, tanto das práticas como da cultura. Para o Governo e Instituições e organizações, serve como subsídio para tomada de decisões, como determinação de preços mínimos e disponibilidade de crédito para financiamento.

O cálculo do custo de certa cultura busca estabelecer os custos de produção associados aos diversos padrões tecnológicos e preços de fatores em uso nas diferentes situações ambientais. Deste modo, o custo é obtido mediante a multiplicação da matriz de coeficientes técnicos pelo vetor de preços dos fatores (CONAB, 2002). Nesta formulação, o objetivo é a determinação do custo representativo de certa região por unidade de produto. A informação da forma como insumos são combinados, segundo a CONAB, é conhecida como “pacote

tecnológico” e indica a quantidade de cada item em particular por unidade de área (hectare), que resulta em determinado nível de produção. Esta relação quantidade por hectare de cada item é chamada de coeficiente técnico e deve refletir tanto os fatores relacionados ao produtor como à região de produção. Este coeficiente pode ser expresso em tonelada, quilograma ou litro (corretivos, fertilizantes, sementes e defensivos), em horas (máquinas e equipamentos) e em dia de trabalho (humano). O objetivo deste trabalho foi comparar os custos de produção e a rentabilidade de brócolos em sistema Plantio Direto e convencional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Custos de produção**

A estrutura e os custos de produção foram elaborados a partir de dados obtidos no Distrito Federal, onde foram coletadas informações sobre tecnologia de produção, quantidade de insumos utilizados e os preços dos insumos nos meses de agosto a setembro de 2007. Dos dados coletados, obteve-se uma estimativa do custo médio de produção para o DF. Esta coleta de dados compreendeu regiões de produção e empresas de insumos agrícolas do Distrito Federal e o cálculo para o custo de produção neste trabalho compreendeu os gastos ocorridos do plantio à colheita. Para a análise dos custos de produção do brócolos utilizou-se o modelo desenvolvido pela Emater-DF (2007). A obtenção dos valores do custo foi feita por meio do custo médio por hectare e a partir destes dados, fez-se a representação do sistema convencional em comparação ao sistema Plantio Direto realizado na Embrapa Hortaliças.

Os custos foram agrupados em duas categorias que correspondem aos insumos, composto pelos adubos, agrotóxicos, energia elétrica para irrigação, sementes e substratos; e serviços, composto pelas operações de preparo de solo (aração, gradagem, abertura de covas e incorporação de adubos), irrigação, aplicação de adubos, transplante, aplicação de agrotóxicos, capina e colheita/classificação/acondicionamento. Para a elaboração dos custos, utilizou-se o milho como planta de cobertura, por se aproximar mais da realidade do produtor de hortaliças, que comumente o utiliza como rotação de cultura ou como milho-verde; e a cultivar de brócolos Avenger por ter sido a mais produtiva em experimento comparando os dois sistemas.

### **Viabilidade Econômica**

Para se avaliar a viabilidade econômica do cultivo do brócolos no Distrito Federal, usou-se como modelo o sugerido pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo e utilizado por Matsunaga *et al.* (1976). Os custos foram agrupados em duas categorias: custos Operacionais Efetivos (COE) que corresponde aos custos variáveis ou despesas diretas com desembolso financeiro desde o preparo do solo até a colheita e os Custos Indiretos (CI) que refletem os custos fixos e as despesas indiretas que tem o produtor para a obtenção da produção, como custo da terra, depreciações, impostos, dentre outros. O Custo Total (CT) corresponde ao somatório dos dispêndios globais de (COE) + (CI). A Margem Total da Produção (MT) corresponde à venda do produto final, obtida a partir das quantidades comerciais produzidas em  $t.ha^{-1}$ , multiplicadas pelo preço médio anual de venda do produto no mercado. A rentabilidade e os demais parâmetros para sua avaliação foram calculados conforme Araújo *et al.* (2004). A relação benefício custo (B/C) foi o resultado do quociente entre MT e CT, o que representa o valor que o produtor recebe a cada R\$ 1,00 (um real) de investimento. O ponto de nivelamento foi calculado com base no custo total da produção dividido pelo preço médio anual de venda do produto no mercado, o que representa a produtividade que o produtor deve alcançar para que a receita se iguale aos custos. A margem

de segurança corresponde ao cálculo do custo total menos a margem total da produção dividido por esta ( $CT - MT/MT$ ), representando que para a receita se igualar à despesa a quantidade produzida ou o quanto o preço de venda do produto pode cair (ex: 60%).

### **Índice sazonal dos preços e produção**

O índice sazonal dos preços e da produção (volume comercializado) foi calculado segundo o modelo proposto por Hoffman (1991).

### **Resultados e Discussão**

A diferença de custos entre o brócolos produzido em sistema convencional e em Plantio Direto reside nas operações e insumos utilizados. A análise dos custos de produção de brócolos do tipo inflorescência única revelam que o sistema Plantio Direto teve custo total comparável ao convencional (R\$ 7.476,41 no sistema convencional e R\$ 7.279,88 no sistema Plantio Direto). Dos dados expostos na Tabela 1, os adubos representam 35,4% dos insumos no convencional, enquanto que para o Plantio Direto os adubos representam 38,3% dos insumos (Figura 1). O sistema Plantio Direto promove ao longo do tempo um aumento nos teores de nitrogênio total do solo, mas frequentemente se observa uma menor absorção de nitrogênio por grãos neste sistema, em comparação com o sistema convencional (Kitur *et al.*, 1984; Amado *et al.*, 2000). Hipóteses como: maiores perdas por lixiviação e desnitrificação, menor mineralização dos resíduos da cultura anterior e do N orgânico do solo e uma maior imobilização microbiana do fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura, além da possibilidade de interações entre alguns desses fatores (Amado *et al.*, 2000). Dentre as causas prováveis para a menor disponibilidade de nitrogênio no sistema Plantio Direto, a imobilização microbiana do N tem sido considerada a mais importante (KITUR *et al.*, 1984). A maior imobilização microbiana ocorre nas camadas superficiais do solo sob Plantio Direto (Vargas e Scholles, 1998), podendo ser suficientemente elevada para, isoladamente, afetar a absorção de nitrogênio pelas plantas.

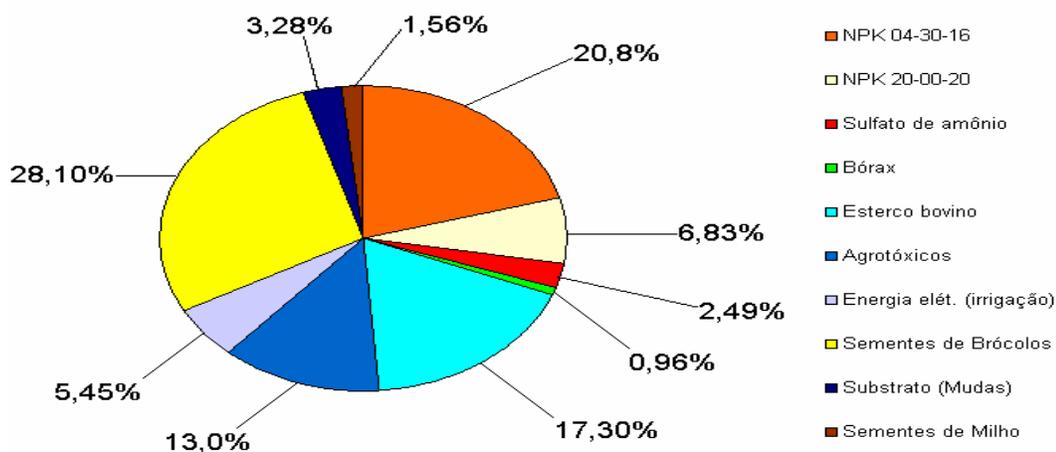
Madeira *et al.* (2007), trabalhando com repolho, brássica com exigências nutricionais semelhantes ao brócolos, em sistema Plantio Direto sobre palhada de milho, gramínea com alta relação C/N, cita que para as condições onde se realizou o experimento, as doses de nitrogênio em cobertura recomendadas devem ser aumentadas em torno de 90%. No caso da formação da palhada com consórcio com leguminosas, o acréscimo deste nutriente deve ser menor, mas estudos ainda são necessários sobre este. Para o custo de produção aqui apresentado, sugere-se o uso da fonte sulfato de amônio, por ser menos onerosa que a fonte usualmente utilizada pelos agricultores do DF, o formulado NPK 20-0-20 (Figura 1). A adubação de plantio não diferiu para os dois sistemas, pois é usual a adubação em covas. Para algumas hortaliças, especialmente as de espaçamento mais adensado como cebola e beterraba em Plantio Direto, tem-se observado a redução significativa da adubação de plantio. Isso ocorre em função da possibilidade da diminuição da adubação fosfatada que, ao invés de ser distribuída a lanço e incorporada no encanteiramento, é feita de forma localizada nas linhas de plantio.

A utilização de agrotóxicos não diferiu entre os sistemas no presente estudo (Figuras 1 e 2). No consumo de energia elétrica para irrigação e diárias para sua realização, caso o sistema Plantio Direto venha a ser adotado, tem se observado uma economia de 11% (Marouelli *et al.*, 2006). Esta redução se deve à presença da palhada na superfície do solo, que atua no aumento da infiltração e da retenção de água; redução das perdas de água por evaporação e escoamento superficial. A economia deste insumo pode ser atestada pelos resultados obtidos por Marouelli *et al.* (2006), que citam uma economia de água de 25% nos tratamentos de sistema Plantio

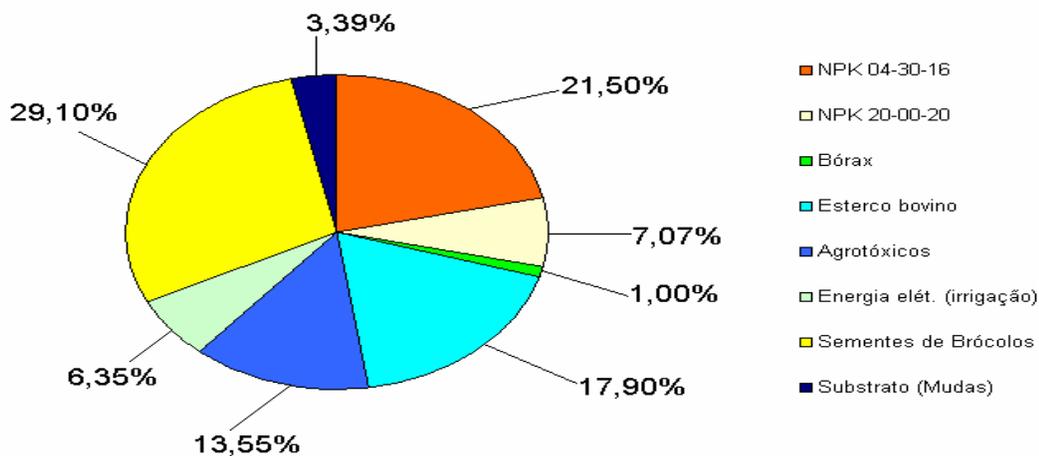
Direto de tomate indústria, utilizando níveis de palhada de sorgo, até 50 dias após o transplante das mudas quando comparado ao sistema de plantio convencional, e de 11% durante todo o ciclo.

Nos insumos utilizados no sistema Plantio Direto, há um gasto com sementes de plantas de cobertura. Foi tomado como base o milho, por ser uma cultura que se adapta bem ao cerrado e possui boas respostas ao sistema. Os gastos incorridos com as sementes de milho podem ser considerados compatíveis com outros gastos incorridos no sistema convencional, onde as operações para o preparo de solo, fazem com que os custos para os dois sistemas se aproximem (Figuras 1 e 2).

**Figura 1.** Participação de cada item de despesa no total do custo de insumos na produção de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto. Brasília-DF, 2007.

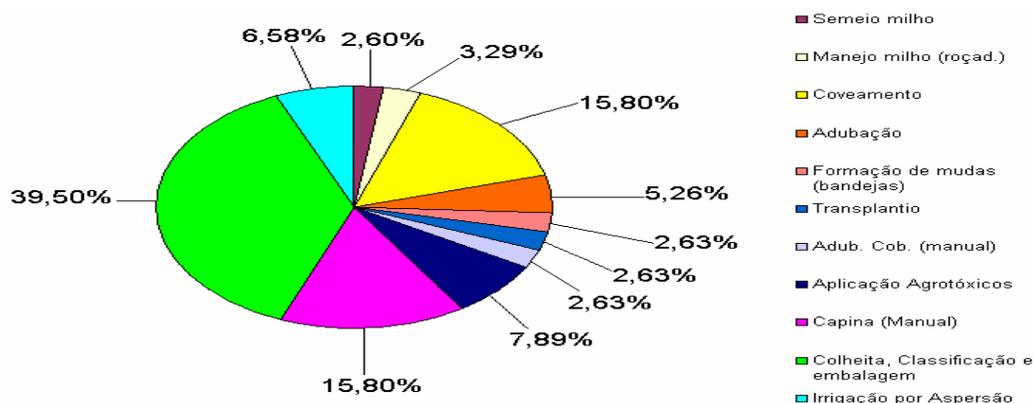


**Figura 2.** Participação de cada item de despesa no total do custo de insumos na produção de brócolos de inflorescência única em sistema convencional. Brasília-DF, 2007.

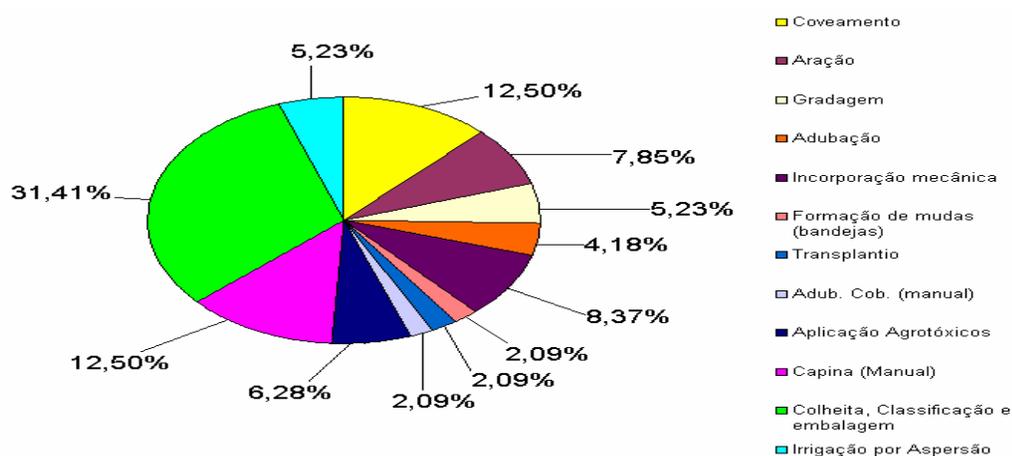


No tocante ao segmento dos serviços, no preparo de solo no sistema convencional (aração, gradagem e incorporação mecânica de adubos), a análise revela que estas operações são responsáveis por 21,46% dos custos. O sistema Plantio Direto difere do convencional neste segmento, pois as operações para formação de palhada exigem menor quantidade de horas homem, por realizar apenas a semeadura da planta de cobertura e o manejo (através de roçada ou trituração) com 5,9% dos custos relativos aos serviços (figuras 3 e 4). Quando o sistema já está estabelecido, diferente das condições do experimento, tem-se apenas o semeio direto, demandando menor tempo de horas máquina quando comparado ao convencional. Em relação a capina, o sistema Plantio Direto apresentou um custo de 11,8 % do total de serviços, em comparação ao sistema convencional com 12,5% (figuras 3 e 4). Schimdt *et al.* (2002), obtiveram resultados de 75,65% de média de redução, para o total de plantas daninhas presentes na unidade experimental no cultivo mínimo de couve-flor. No mesmo experimento, a redução relativa às covas foi de 26,5%. Este resultado confirma que quando há boa porcentagem de cobertura do solo, a ocorrência de plantas daninhas é menor, demandando menor quantidade de capinas e consequentemente diárias para realização destas.

**Figura 3.** Participação de cada item de despesa no total do custo de operações na produção de brócolos de inflorescência única em sistema Plantio Direto. Brasília-DF, 2007.

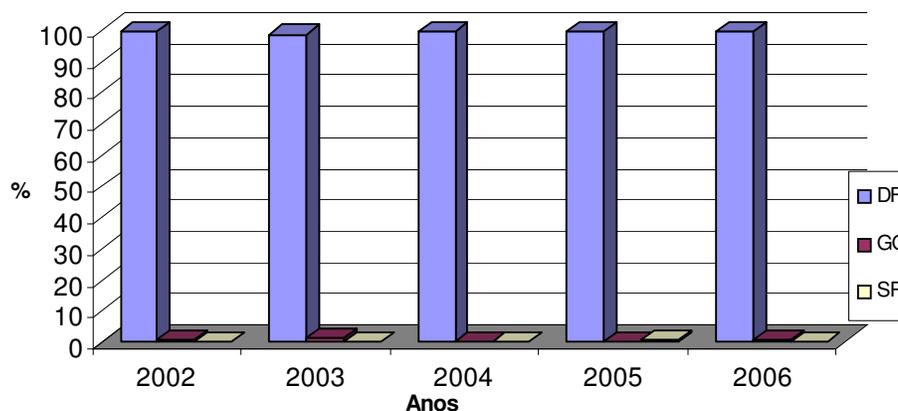


**Figura 4.** Participação de cada item de despesa no total do custo de operações na produção de brócolos de inflorescência única em sistema convencional. Brasília-DF, 2007.



Convém ressaltar a importância das operações manuais realizadas no cultivo do brócolos, nesta análise estas correspondem a 74,8% dos serviços realizados, isto significa geração de emprego e renda nas regiões de produção. Também se deve chamar atenção ao fato de que no período de 2002 a 2006 no Distrito Federal, 99,2% dos brócolos comercializados na CEASA/DF foram adquiridos de agricultores locais (Figura 5).

**Figura 5.** Participação do Distrito Federal e dos Estados de Goiás e São Paulo no volume de brócolos comercializados na CEASA-DF. Brasília, 2007.

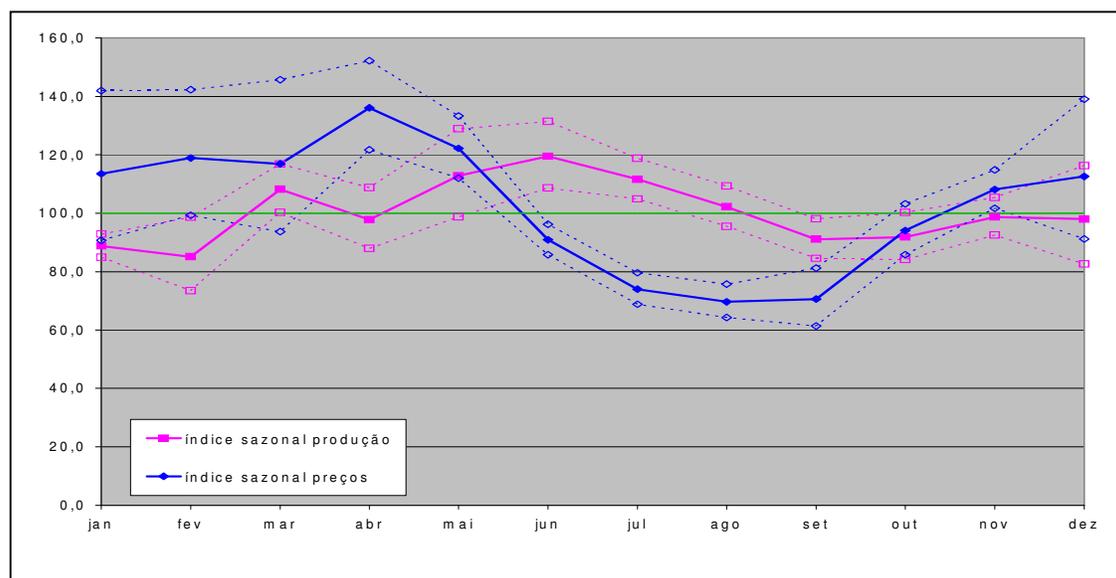


Fonte: Núcleo de Estatística e Informação de Mercado. CEASA-DF.

Para se chegar a um valor mais preciso da rentabilidade de brócolos tipo inflorescência única na região do Distrito Federal considerou-se neste estudo os custos indiretos da produção que correspondem a cerca de 3,19% do custo total da exploração no plantio convencional e 3,11% no sistema Plantio Direto. Considerando que o valor médio anual de comercialização de brócolos em análise, é de R\$ 1,96 o kg, e a produtividade média é de 12.619 kg.ha<sup>-1</sup> no sistema convencional e de 14,786 kg.ha<sup>-1</sup> no sistema Plantio Direto, pode-se considerar que o valor bruto médio da produção em um hectare é de R\$ 24.733,24 para o sistema convencional e R\$ 28.980,56 (Tabela 1). Comparando-se esse valor que corresponde à receita bruta total com os custos totais de produção por hectare, se constata que a exploração do brócolos na região do Distrito Federal apresenta resultados economicamente satisfatórios, devido as altas produtividades apresentadas pelos dois sistemas. A relação benefício x custo é de 3,20% no plantio convencional contra 3,85% no sistema Plantio Direto, situação que indica que para cada R\$ 1,00 (um real) utilizado no custo total de produção de um hectare de brócolos houve um retorno de R\$ 2,20 para o plantio convencional contra R\$ 2,85 no sistema Plantio Direto. O ponto de nivelamento também confirma o bom desempenho econômico da cultura analisada, pois será necessária uma produtividade de 3.936,94 kg.ha<sup>-1</sup> no sistema convencional e 3.836,67 kg.ha<sup>-1</sup> no sistema Plantio Direto para a receita se igualar aos custos. Este mesmo desempenho pode ser observado no resultado da margem de segurança que corresponde a -0,68 no sistema de plantio convencional e de -0,74 no sistema Plantio Direto, condição que revela que para a receita se igualar à despesa a quantidade produzida ou o preço de venda do produto pode cair 68% e 74%, respectivamente (Tabela 1).

Para os índices sazonais, ocorre uma variação muito maior no preço que na produção. O comportamento dos preços está relacionado à dificuldade de se produzir no verão (estação de maior intensidade de chuvas levando a ocorrência de doenças e baixa qualidade do produto ofertado), neste período observa-se um acréscimo substancial dos preços nos meses de novembro a maio, porém a falta de padronização do produto comercializado pode explicar a variação dos limites inferiores e superiores dos índices no período. Comportamento inverso ocorre no período de junho a outubro, onde os preços têm cotações mais baixas, devido a um maior volume e padronização de produto, que encontra nesta época melhores condições de produção (Figura 6).

**Figura 6.** Índice sazonal da produção (volume comercializado) e de preços de brócolos na CEASA-DF. Brasília, 2007.



Fonte: Núcleo de Estatística e Informação de Mercado. CEASA-DF. 2007

O sistema de produção agrícola é complexo e reflete, ao longo dos anos, a dinâmica de parâmetros ambientais, econômicos e sociais. Portanto é natural que os custos de produção não captem todos esses efeitos, refletindo, tão somente, uma orientação para se projetar o futuro com base em dados médios do passado, com os diversos agroecossistemas requerendo um ajuste específico, refletindo nos custos envolvidos (Aguiar *et al.*, 2006). O sistema Plantio Direto por ter custo de produção compatível ao convencional, se mostra como melhor opção para uma orientação quando se visa projetar o futuro, pois ao longo dos anos há a melhoria das características de solo, ambientais e econômicas, que não puderam ser captadas somente pelos custos de produção apresentados neste estudo. Além disso, há que se considerar que alguns dados são extremamente difíceis de serem captados pela complexidade e características de cada propriedade, tornando-se “intangíveis” e não sendo considerados como custos da atividade agrícola, como a drenagem de cursos de água e a recuperação de estradas, resultado dos processos erosivos e o desgaste de máquinas em consequência da mecanização intensiva no sistema convencional de plantio.

## Referências Bibliográficas

AGUIAR, JPM.; CARVALHO, AM de.; CARDOSO, AN., GOMES, AC. 2006. Viabilidade econômica do uso de plantas condicionadoras de solo em agroecossistema sequeiro. In: CARVALHO, AM.; AMABILE, RF (editores). Cerrado: adubação verde. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 369p.

AMADO, TJC.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, SBV. 2000. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. R. Bras. Ci. Solo. 24:179-189.

AMADO, TJC.; SILVA, E.; TEIXEIRA, LAJ. 1992. Cultivo mínimo de cebola: máquina para o preparo de solo nas pequenas propriedades. Agropecuária Catarinense. 5: 25-26.

ARAÚJO, JLP.; CORREIA, RC.; COSTA, ND.; RAMALHO, PJP. 2004. Análise dos custos de produção e rentabilidade da melancia produzida na região do submédio In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 44. Resumos...Campo Grande: SOB (CD-ROM).

BINGER, BR.; HOFFMAN, E. 1998. Microeconomics with calculus. 2° edition. New York: Addison-Wesley Educational Publishers Inc. 633 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2007. Metodologia de cálculo de custo de produção. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 de setembro de 2007.

EMATER-DF. 2007. Custos de produção. Disponível em: <<http://www.emater-df.gov.br>>. Acesso em 15 de setembro de 2007.

EPAGRI. 2004. Sistema Plantio Direto de Hortaliças: o cultivo dos tomateiro no Vale do Rio do Peixe, SC, em 101 respostas dos agricultores. Florianópolis, 53p. (Epagri. Boletim Didático, 57).

HOFFMAN, R. 1991. Determinação do padrão de variação estacional. In: Estatística para economistas 2a Ed. Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais. Piracicaba. Cap. 18, p. 333 – 352,

IAC. 2007. Plantio Direto: Caminho para a Agricultura Sustentável. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/tecnologias/plantiodireto/plantiodireto.htm>>. Acesso em 18 de setembro de 2007.

KITUR, BK.; SMITH, MS.; BLEVINS, RL.; FRYE, WW. 1984. Fate of <sup>15</sup>N-depleted ammonium nitrate applied to no-tillage and conventional tillage corn. Agronomy Journal. 2: 240-242.

MADEIRA, N.R.; MELO, RA de C. e.; MELO, PE. 2007. Producción de repollo en el sistema de siembra directa utilizando diferentes niveles de fertilización nitrogenada. In: 3° Congresso Panamericano - Promoción del consumo de frutas y hortalizas, 2007, Montivideu. 11 Congresso Nacional SUHF y Congresso Panamericano - Promoción del consumo de frutas y hortalizas (CD-ROM).

MADEIRA, NR.; MELO, RA de C. e.; MELO, PE. 2007. Produção agroecológica de brócolos em sistema Plantio Direto utilizando diferentes palhadas e doses de composto. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 47. Resumos... Porto Seguro: SOB (CD-ROM).

MADEIRA, NR.; OLIVEIRA, VR. 2004. Avaliação de plantas de cobertura na formação de palhada no Plantio Direto de cebola. Horticultura Brasileira. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 44. Resumos...Porto Seguro: SOB (CD-ROM).

MALUF, LEJ.; MADEIRA, NR.; BIGUZZI, FA.; DARIOLLI, L.; SANTOS, FHV.; GOMES, LAA. 2004. Avaliação de cultivares de alface americana em diferentes tipos de cobertura de solo. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 44. Resumos...Campo Grande: SOB (CD-ROM).

MAROUELLI, VA.; SILVA, HR.; MADEIRA, NR. 2006. Uso de água e produção de tomateiro para processamento em sistema Plantio Direto com palhada. Pesq. Agropec. Bras. 41: 1399-1404.

MATSUNAGA, M.; BERNELMANS, PF.; TOLEDO, PEN. de; DULLEY, RD.; OKAWA, H.; PEDROSO, IA. 1976. Metodologia de custos de produção utilizada pelo IEA. São Paulo: Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola. 23:123-139,

MENEGATTI, ALA.; BARROS, ALM. 2007. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. RER. 45: 163-183,

MONEGAT, C. 1991. Plantas de cobertura do solo: Características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó, SC: Ed. do autor, 337p.

NEVES, EM.; ANDIA, LH. 2003. Custo de produção na agricultura. In: Série Didática [do] Departamento de Economia, Administração e Sociologia. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. p. 182-195.

SILVA, VV. 2002. Efeito do pré-cultivo de adubos verdes sobre a produção orgânica de brócolos (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) em sistema Plantio Direto. Seropédiaca: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. (Dissertação de Mestrado).

SCHIMIDT, PA.; MALUF, LEJ.; MADEIRA, NR.; OKADA, A.; SANTOS, FHV.; LEITE, GMV.; CARVALHO, GJ. 2003. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43. Porto Seguro: SOB (CD-ROM).

VARGAS, LK.; SCHOLLES, D. 1998. Nitrogênio da biomassa microbiana, em sistemas de manejo do solo, estimado por métodos de fumigação. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 22: 411-417.

**Tabela 1.** Custos de produção de brócolos convencional e em sistema Plantio Direto, em reais por hectare. Brasília-DF, 2007.

| <b>Insumos</b>           |                             |      |                |             |                       |      |                |             |
|--------------------------|-----------------------------|------|----------------|-------------|-----------------------|------|----------------|-------------|
| Descrição                | <b>Plantio Convencional</b> |      |                |             | <b>Plantio Direto</b> |      |                |             |
|                          | Qtd                         | Unid | Valor Unitário | Valor Total | Qtd                   | Unid | Valor Unitário | Valor Total |
| NPK 04-30-16             | 1,33                        | t    | 900,00         | 1.200,00    | 1,33                  | t    | 900,00         | 1.200,00    |
| NPK 20-00-20             | 0,50                        | t    | 787,50         | 393,75      | 0,50                  | t    | 787,50         | 393,75      |
| Sulfato de amônio        | -                           | -    | -              | -           | 0,2                   | t    | 720,00         | 144,00      |
| Bórax                    | 25                          | kg   | 2,23           | 55,68       | 25                    | Kg   | 2,23           | 55,68       |
| Esterco bovino           | 10                          | t    | 100,00         | 1.000,00    | 10                    | t    | 100,00         | 1000,00     |
| Agrotóxicos              | 24,70                       | l-kg | 30,50          | 754,28      | 24,70                 | l-kg | 30,50          | 754,28      |
| Energia elé. (irrigação) | 1.310,00                    | kwh  | 0,27           | 353,70      | 1.163,60              | kwh  | 0,27           | 314,17      |
| Sementes de Brócolos     | 30,00                       | mil  | 54,00          | 1.620,00    | 30,00                 | mil  | 54,00          | 1.620,00    |
| Substrato (Mudas)        | 15,00                       | sc   | 12,60          | 189,00      | 15,00                 | sc   | 12,60          | 189,00      |
| Sementes de Milho        | -                           | -    | -              | -           | 40                    | kg   | 2,25           | 90,00       |

| <b>Serviços</b>                     |                             |      |                |             |                       |      |                |             |
|-------------------------------------|-----------------------------|------|----------------|-------------|-----------------------|------|----------------|-------------|
| Descrição                           | <b>Plantio Convencional</b> |      |                |             | <b>Plantio Direto</b> |      |                |             |
|                                     | Qtd                         | Unid | Valor Unitário | Valor Total | Qtd                   | Unid | Valor Unitário | Valor Total |
| Semeio milho                        | -                           | -    | -              | -           | 2,00                  | d/h  | 20,00          | 40,00       |
| Manejo milho (roçad.)               | -                           | -    | -              | -           | 1,00                  | h/m  | 50,00          | 50,00       |
| Coveamento                          | 12,00                       | d/h  | 20,00          | 240,00      | 12,00                 | d/h  | 20,00          | 240,00      |
| Aração                              | 3,00                        | h/m  | 50,00          | 150,00      | -                     | -    | -              | -           |
| Gradagem                            | 2,00                        | h/m  | 50,00          | 100,00      | -                     | -    | -              | -           |
| Adubação                            | 4,00                        | d/h  | 20,00          | 80,00       | 4,00                  | d/h  | 20,00          | 80,00       |
| Incorporação mecânica               | 8,00                        | h/m  | 20,00          | 160,00      | -                     | -    | -              | -           |
| Formação de mudas (bandejas)        | 2,00                        | d/h  | 20,00          | 40,00       | 2,00                  | d/h  | 20,00          | 40,00       |
| Transplântio                        | 2,00                        | d/h  | 20,00          | 40,00       | 2,00                  | d/h  | 20,00          | 40,00       |
| Adub. Cob. (manual)                 | 2,00                        | d/h  | 20,00          | 40,00       | 2,00                  | d/h  | 20,00          | 40,00       |
| Aplicação Agrotóxicos               | 6,00                        | d/h  | 20,00          | 120,00      | 6,00                  | d/h  | 20,00          | 120,00      |
| Capina (Manual)                     | 12,00                       | d/h  | 20,00          | 240,00      | 9,00                  | d/h  | 20,00          | 180,00      |
| Colheita, Classificação e Embalagem | 30,00                       | d/h  | 20,00          | 600,00      | 30,00                 | d/h  | 20,00          | 600,00      |
| Irrigação por Aspersão              | 5,00                        | d/h  | 20,00          | 100,00      | 4,45                  | d/h  | 20,00          | 89,00       |

**Custo total convencional:** R\$ 7.476,41.

**Custo total Plantio Direto:** R\$ 7.279,88

**Total de insumos do convencional:** R\$ 5.566,41

**Total de insumos do sistema Plantio Direto:** R\$ 5.760,88

**Total de serviços do convencional:** R\$ 1.910,00

**Total de serviços do sistema Plantio Direto:** R\$ 1.519,00

**Fonte: Dados da pesquisa. Obs:** Espaçamento de 0,7 x 0,50 metros; Ciclo médio da cultura 90 dias; Sistema de irrigação por aspersão; Data da elaboração da planilha agosto a setembro de 2007.

| <b>Custo Operacional efetivo</b>         | <b>Plantio Direto: R\$ 7.279,88</b> | <b>Plantio Convencional: R\$ 7.476,41</b> |
|--|-------------------------------------|---|
| Custo da Terra (ha)                      | 60,00                               | 60,00                                     |
| Administração (ha)                       | 100,00                              | 100,00                                    |
| Impostos e taxas (ha)                    | 40,00                               | 40,00                                     |
| Depreciação do sistema de irrigação (ha) | 40,00                               | 40,00                                     |
| <b>Custos Indiretos</b>                  | 240,00                              | 240,00                                    |
| <b>Custo Total</b>                       | 7.519,88                            | 7.716,41                                  |

### **Plantio Direto**

| <b>Especificação</b> | <b>Produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (A)</b> | <b>Margem Total da produção R\$/ha (B)</b> | <b>Custo Total R\$/ha (C)</b> | <b>Taxa de Retorno (B/C)</b> | <b>Ponto de Nivelamento (C/P)</b> | <b>Margem de Segurança % (C-B/B)</b> |
|----------------------|--|--|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1,0 hectare          | 12.352kg                                       | 28.980,56                                  | 7.519,88                      | 3,85                         | 3.836,67                          | -0,74                                |

### **Plantio Convencional**

| <b>Especificação</b> | <b>Produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (A)</b> | <b>Margem Total da produção R\$/ha (B)</b> | <b>Custo Total R\$/ha (C)</b> | <b>Taxa de Retorno (B/C)</b> | <b>Ponto de Nivelamento (C/P)</b> | <b>Margem de Segurança % (C-B/B)</b> |
|----------------------|--|--|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1,0 hectare          | 14.786 kg                                      | 24.733,24                                  | 7.716,41                      | 3,20                         | 3.936,94                          | -0,68                                |

**Notas:** ( A ) Produtividade média de um ha de brócolos ( B ) Margem Total : Preço x Quantidade comercial produzida ( C ) Custos efetuados p/ obtenção da produção ( P ) Preço médio anual do brócolos R\$/kg na CEASA-DF (R\$/kg 1,96).

## **ANEXOS**

## ANEXO A.

### Análise de variância do peso médio de inflorescências de brócolos. Brasília-DF.

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |    |               |               |        |          |
|--------------------------------|----|---------------|---------------|--------|----------|
| FV                             | GL | SQ            | QM            | Fc     | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2  | 6621.088889   | 3310.544444   | 0.921  | 0.4367   |
| P.COBERTURA                    | 4  | 25461.177778  | 6365.294444   | 1.770  | 0.2279   |
| erro 1                         | 8  | 28766.355556  | 3595.794444   |        |          |
| CULTIVAR                       | 5  | 757180.188889 | 151436.037778 | 72.745 | 0.0000** |
| CULTIVAR*P.COBERTURA           | 20 | 43290.422222  | 2164.521111   | 1.040  | 0.4375   |
| erro 2                         | 50 | 104087.222222 | 2081.744444   |        |          |
| Total corrigido                | 89 | 965406.455556 |               |        |          |
| CV 1 (%) =                     |    | 18.94         |               |        |          |
| CV 2 (%) =                     |    | 14.41         |               |        |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

### Análise de variância da produtividade total de inflorescências de brócolos. Brasília-DF.

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |    |                  |                  |        |          |
|--------------------------------|----|------------------|------------------|--------|----------|
| FV                             | GL | SQ               | QM               | Fc     | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2  | 4115916.066666   | 2057958.033333   | 0.733  | 0.5100   |
| P.COBERTURA                    | 4  | 17527184.222222  | 4381796.055556   | 1.561  | 0.2739   |
| erro 1                         | 8  | 22450919.377780  | 2806364.922222   |        |          |
| CULTIVAR                       | 5  | 636444887.999999 | 127288977.600000 | 78.369 | 0.0000** |
| CULTIVAR*P.COBERTURA           | 20 | 34750357.777777  | 1737517.888889   | 1.070  | 0.4077   |
| erro 2                         | 50 | 81211482.555556  | 1624229.651111   |        |          |
| Total corrigido                | 89 | 796500748.000000 |                  |        |          |
| CV 1 (%) =                     |    | 18.48            |                  |        |          |
| CV 2 (%) =                     |    | 14.06            |                  |        |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

### Análise de variância da produtividade comercial de inflorescências de brócolos. Brasília-DF.

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |    |                  |                  |        |          |
|--------------------------------|----|------------------|------------------|--------|----------|
| FV                             | GL | SQ               | QM               | Fc     | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2  | 7041175.622223   | 3520587.811111   | 1.221  | 0.3445   |
| P.COBERTURA                    | 4  | 20110987.000000  | 5027746.750000   | 1.744  | 0.2331   |
| erro 1                         | 8  | 23061634.600000  | 2882704.325000   |        |          |
| CULTIVAR                       | 5  | 698915436.088890 | 139783087.217778 | 82.567 | 0.0000** |
| CULTIVAR*P.COBERTURA           | 20 | 46041597.133329  | 2302079.856666   | 1.360  | 0.1879   |
| erro 2                         | 50 | 84647796.444447  | 1692955.928889   |        |          |
| Total corrigido                | 89 | 879818626.888889 |                  |        |          |
| CV 1 (%) =                     |    | 19.06            |                  |        |          |
| CV 2 (%) =                     |    | 14.60            |                  |        |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

### **Análise de variância do ciclo médio de brócolos. Brasília-DF.**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |      |             |             |         |          |
|--------------------------------|------|-------------|-------------|---------|----------|
| FV                             | GL   | SQ          | QM          | Fc      | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2    | 79.488889   | 39.744444   | 1.034   | 0.3988   |
| P.COBERTURA                    | 4    | 184.511111  | 46.127778   | 1.200   | 0.3816   |
| erro 1                         | 8    | 307.622222  | 38.452778   |         |          |
| CULTIVAR                       | 5    | 5676.488889 | 1135.297778 | 105.993 | 0.0000** |
| CULTIVAR*P.COBERTURA           | 20   | 149.622222  | 7.481111    | 0.698   | 0.8085   |
| erro 2                         | 50   | 535.555556  | 10.711111   |         |          |
| Total corrigido                | 89   | 6933.288889 |             |         |          |
| CV 1 (%) =                     | 7.76 |             |             |         |          |
| CV 2 (%) =                     | 4.10 |             |             |         |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

### **Análise de variância da primeira colheita de brócolos. Brasília-DF.**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |      |             |             |         |          |
|--------------------------------|------|-------------|-------------|---------|----------|
| FV                             | GL   | SQ          | QM          | Fc      | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2    | 8.022222    | 4.011111    | 0.238   | 0.7933   |
| P.COBERTURA                    | 4    | 150.888889  | 37.722222   | 2.241   | 0.1540   |
| erro 1                         | 8    | 134.644444  | 16.830556   |         |          |
| CULTIVAR                       | 5    | 5344.755556 | 1068.951111 | 102.916 | 0.0000** |
| CULTIVAR*P.COBERTURA           | 20   | 234.577778  | 11.728889   | 1.129   | 0.3525   |
| erro 2                         | 50   | 519.333333  | 10.386667   |         |          |
| Total corrigido                | 89   | 6392.222222 |             |         |          |
| CV 1 (%) =                     | 5.66 |             |             |         |          |
| CV 2 (%) =                     | 4.45 |             |             |         |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

### **Análise de variância do índice de aspecto visual de inflorescências de brócolos. Brasília-DF.**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |       |           |          |        |          |
|--------------------------------|-------|-----------|----------|--------|----------|
| FV                             | GL    | SQ        | QM       | Fc     | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2     | 0.241556  | 0.120778 | 0.552  | 0.5965   |
| P.COBERTURA                    | 4     | 1.072222  | 0.268056 | 1.224  | 0.3729   |
| erro 1                         | 8     | 1.751778  | 0.218972 |        |          |
| CULTIVAR                       | 5     | 19.932889 | 3.986578 | 26.912 | 0.0000** |
| CULTIVAR*P.COBERTURA           | 20    | 3.297111  | 0.164856 | 1.113  | 0.3671   |
| erro 2                         | 50    | 7.406667  | 0.148133 |        |          |
| Total corrigido                | 89    | 33.702222 |          |        |          |
| CV 1 (%) =                     | 14.42 |           |          |        |          |
| CV 2 (%) =                     | 11.86 |           |          |        |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

### **Análise de variância do diâmetro de inflorescências de brócolos. Brasília-DF.**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |       |            |           |       |          |
|--------------------------------|-------|------------|-----------|-------|----------|
| FV                             | GL    | SQ         | QM        | Fc    | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2     | 2.106889   | 1.053444  | 0.479 | 0.6362   |
| P.COBERTURA                    | 4     | 1.438222   | 0.359556  | 0.163 | 0.9511   |
| erro 1                         | 8     | 17.599778  | 2.199972  |       |          |
| CULTIVAR                       | 5     | 90.363556  | 18.072711 | 8.909 | 0.0000** |
| CULTIVAR*P.COBERTURA           | 20    | 38.689778  | 1.934489  | 0.954 | 0.5286   |
| erro 2                         | 50    | 101.426667 | 2.028533  |       |          |
| Total corrigido                | 89    | 251.624889 |           |       |          |
| CV 1 (%) =                     | 10.35 |            |           |       |          |
| CV 2 (%) =                     | 9.94  |            |           |       |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

### **Análise de variância da granulometria de brócolos. Brasília-DF.**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |       |               |              |       |        |
|--------------------------------|-------|---------------|--------------|-------|--------|
| FV                             | GL    | SQ            | QM           | Fc    | Pr>Fc  |
| BLOCO                          | 2     | 3381.666667   | 1690.833333  | 0.841 | 0.4661 |
| P.COBERTURA                    | 4     | 2820.844444   | 705.211111   | 0.351 | 0.8367 |
| erro 1                         | 8     | 16083.888889  | 2010.486111  |       |        |
| CULTIVAR                       | 5     | 72856.666667  | 14571.333333 | 9.651 | 0.0000 |
| CULTIVAR*P.COBERTURA           | 20    | 37621.555556  | 1881.077778  | 1.246 | 0.2593 |
| erro 2                         | 50    | 75487.777778  | 1509.755556  |       |        |
| Total corrigido                | 89    | 208252.400000 |              |       |        |
| CV 1 (%) =                     | 84.28 |               |              |       |        |
| CV 2 (%) =                     | 73.04 |               |              |       |        |

### **Análise de variância da temperatura da superfície do solo. Brasília-DF**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |      |           |          |       |          |
|--------------------------------|------|-----------|----------|-------|----------|
| FV                             | GL   | SQ        | QM       | Fc    | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2    | 0.533333  | 0.266667 | 0.762 | 0.4979   |
| P.COBERTURA                    | 4    | 11.600000 | 2.900000 | 8.286 | 0.0050** |
| erro                           | 8    | 2.800000  | 0.350000 |       |          |
| Total corrigido                | 14   | 14.933333 |          |       |          |
| CV (%) =                       | 1.98 |           |          |       |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

### **Análise de variância da temperatura do solo a 5cm de profundidade. Brasília-DF**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |      |           |          |       |          |
|--------------------------------|------|-----------|----------|-------|----------|
| FV                             | GL   | SQ        | QM       | Fc    | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2    | 0.533333  | 0.266667 | 1.000 | 0.4096   |
| P.COBERTURA                    | 4    | 9.066667  | 2.266667 | 8.500 | 0.0056** |
| erro                           | 8    | 2.133333  | 0.266667 |       |          |
| Total corrigido                | 14   | 11.733333 |          |       |          |
| CV (%) =                       | 1.84 |           |          |       |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

**Análise de variância da temperatura do solo a 10cm de profundidade.  
Brasília-DF**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |      |          |          |       |          |
|--------------------------------|------|----------|----------|-------|----------|
| FV                             | GL   | SQ       | QM       | Fc    | Pr>Fc    |
| BLOCO                          | 2    | 1.600000 | 0.800000 | 3.692 | 0.0731   |
| P.COBERTURA                    | 4    | 4.266667 | 1.066667 | 4.923 | 0.0268** |
| erro                           | 8    | 1.733333 | 0.216667 |       |          |
| Total corrigido                | 14   | 7.600000 |          |       |          |
| CV (%) =                       | 1.75 |          |          |       |          |

\*\* Significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

**Análise de variância da temperatura do solo a 15cm de profundidade.  
Brasília-DF**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |      |          |          |       |                      |
|--------------------------------|------|----------|----------|-------|----------------------|
| FV                             | GL   | SQ       | QM       | Fc    | Pr>Fc                |
| BLOCO                          | 2    | 0.933333 | 0.466667 | 2.154 | 0.1785               |
| P.COBERTURA                    | 4    | 3.066667 | 0.766667 | 3.538 | 0.0605 <sup>NS</sup> |
| erro                           | 8    | 1.733333 | 0.216667 |       |                      |
| Total corrigido                | 14   | 5.733333 |          |       |                      |
| CV (%) =                       | 1.80 |          |          |       |                      |

NS: Não significativo ao teste de de Scott-Knott a 5%.

**Análise de variância da temperatura do solo a 20cm de profundidade.  
Brasília-DF**

| TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA |      |          |          |       |                      |
|--------------------------------|------|----------|----------|-------|----------------------|
| FV                             | GL   | SQ       | QM       | Fc    | Pr>Fc                |
| BLOCO                          | 2    | 0.933333 | 0.466667 | 3.500 | 0.0809               |
| P.COBERTURA                    | 4    | 0.933333 | 0.233333 | 1.750 | 0.2319 <sup>NS</sup> |
| erro                           | 8    | 1.066667 | 0.133333 |       |                      |
| Total corrigido                | 14   | 2.933333 |          |       |                      |
| CV (%) =                       | 1.46 |          |          |       |                      |

NS: Não significativo ao teste de de Scott-Knott a 5%.

## ANEXO B.

Precipitação e médias de temperatura no período de novembro de 2006 a março de 2007. Brasília, 2007.

